F 260 C 1

ISBN 2-85653-113-X

MÉMOIRES
DU
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

Série A, Zoologie
TOME 119

Yves J. GOLVAN, Claude COMBES, Jacques EUZEBY
et Bernard SALVAT

ENQUÊTE D'ÉPIDÉMIOLOGIE ÉCOLOGIQUE SUR LA SCHISTOSOMOSE A *SCHISTOSOMA MANSONI* EN GUADELOUPE (ANTILLES FRANÇAISES)

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V^e^)

1981

Source : MNHN, Paris

ÉDITIONS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

En vente à la Bibliothèque centrale du Muséum,

38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris

C.C.P. : Paris 9062-62 Y

Annuaire du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1939).

Archives du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1802. In-4°, sans périodicité).

Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1895. Depuis 1979, divisé en 3 sections : A (Zoologie, Biologie et Écologie animales), B (Botanique, Biologie et Écologie végétales, Phytochimie), C (Sciences de la Terre, Paléontologie, Géologie, Minéralogie). 4 livraisons par an.

Les grands Naturalistes français (depuis 1952. Sans périodicité).

Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1935. Depuis 1950, nouvelle série en 3 (puis 4) parties : A (Zoologie) ; B (Botanique) ; C (Sciences de la Terre) ; D (Sciences physico-chimiques).

Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient (depuis 1933. In-4°, sans périodicité).

Publications du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1933. Sans périodicité).

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Série A, Zoologie, Tome 119

ENQUÊTE D'ÉPIDÉMIOLOGIE ÉCOLOGIQUE SUR LA SCHISTOSOMOSE A *SCHISTOSOMA MANSONI* EN GUADELOUPE (ANTILLES FRANÇAISES)

par

Yves J. GOLVAN*, Claude COMBES**, Jacques EUZEBY***
et Bernard SALVAT****

avec la collaboration des

— Laboratoire de Zoologie/Vers du Muséum National d'Histoire Naturelle (Directeur : Alain G. CHABAUD).

— Laboratoire de Parasitologie Comparée de la Faculté des Sciences de Montpellier (Directeur : Louis EUZET.

— Laboratoire de Parasitologie de la Faculté de Médecine de Paris/Créteil (Directeur : René HOUIN).

— Laboratoire d'Écologie Médicale et Pathologie Parasitaire de la Faculté de Médecine de Montpellier (Directeur : Jean A. ROUX).

— Laboratoire de Cytopathologie de l'Institut National Agronomique et Laboratoire de Pathologie Comparée de la Faculté des Sciences de Montpellier (Directeur : Constantin VAGO).

— Laboratoire de Zoologie du Centre de Recherches Agronomiques des Antilles/Guyane (Directeurs : Pierre F. GALICHET, Lucas GRUNER et Alain KERMARREC).

— Laboratoire de Biométrie de l'Institut National de la Recherche Agronomique (Directeur : Richard TOMASSONE).

— Laboratoire de Parasitologie du Centre Hospitalo-Universitaire de Guadeloupe (Directeur : Simone SEYTOR).

— Laboratoire de Parasitologie de la Faculté de Pharmacie de Reims (Directeur : Nicole LÉGER).

— Centre de Documentation et de Recherche sur l'Asie du Sud-Est et le Monde Insulindien du C.N.R.S. (Directeur : G. CONDOMINAS).

— Laboratoire d'Ethnobotanique et Ethnozoologie du Muséum National d'Histoire Naturelle (Sous-directeur : Jacques BARRAU).

— Laboratoire des Petits Vertébrés. Institut National de la Recherche Agronomique (Directeur : J. GIBAN).

— Laboratoire d'Hydrobiologie de l'Université P. Sabatier de Toulouse (Directeur : H. DECAMPS).

* Laboratoire d'Épidémiologie et Pathologie parasitaires, Faculté de Médecine de Paris-Saint-Antoine, 27 rue Chaligny, 75571 Paris Cedex. 12
** Laboratoire de Biologie animale de l'Université, avenue de Villeneuve, 66025 Perpignan Cedex.
*** Laboratoire de Parasitologie, École nationale vétérinaire, Marcy-l'Étoile, 69260 Charbonnières les Bains.
**** Laboratoire de Biologie marine et Malacologie. École pratique des hautes Études, 55 rue de Buffon, 75005 Paris.

Bibliothèque Centrale Muséum
3 3001 00133276 5
Bibliothèque MNHN, Paris

* * *

Ont participé à cette enquête les chercheurs et techniciens dont les noms suivent :

Abouzkham Antoine Anwar
Albaret Jean-Louis
Almeras Marie-Thérèse
Ancelle Thierry
Arjounin Marius

Bain Odile
Balat Hélène
Barbier Dominique
Barrière Liliane
Bartoli Pierre
Barrau Jacques
Bayssade-Dufour Christiane
Blomme L.
Bolognini-Treney Josiane
Bonnet M.
Bougerol Christiane
Boulard Yves
Bouvier Annie

Cahet Guy
Caillaud Nicole
Carvacho Alberto
Cassone Jimmy
Chabaud Alain
Coll Anne-Marie
Combes Claude
Corre Jean-Jacques
Cousserans Jean

Decamps H.
Delattre Pierre
Deltour Françoise
Delplanque André
Deniau Michèle
Depernet Dany
Derouin Francis
Desset Marie-Claude

Enjaric Danièle
Euzeby Jacques
Euzet Louis

Forget Élisabeth
Fournet Jacques

Gabrion Claude
Galichet Pierre F.
Gevrey Jean-Paul
Golvan Yves J.
Graber Michel
Gruner Lucas

Houin René

Imbert-Establet Danièle
Jolivet Emmanuel
Joly Louise
Jourdane Joseph

Kechemir Nadia
Kermarrec Alain

Labrousse Brigitte
Lambert Alain
Lancastre Félix
Landau Irène
Lanotte Geneviève
Lebail Odile
Le Fichoux Yves
Léger Nicole
Le Straat Jean-Louis
Lévêque Christian

Maillard Claude
Marival Marius
Marteau Marie
Martin Marie-Alexandrine
Martini Andrée
Meynadier J.
Milhaud Gérard
Miltgen François
Monod Régine
Mougeot Geneviève

Nassi Henri
Niel Gérard
Notteghem Marie-Jacqueline

Ouaghlissi Mosiane Jean-Pierre

Paul-Urbain-Georges Roseline
Périac Pierre
Petter Annie J.
Pointier Jean-Pierre
Poirot Jean-Louis
Pontegnier Liliane
Pourriot Roger
Prévot Georges
Puel Françoise

Raymond-Rochon Sylvie
Regnault Marie-Noëlle
Rioux Jean-Antoine
Rogier Édith
Rojas Beltran Ricardo
Romano Philippe
Rosin Guillemette
Rousseau L.

Sahail Daniel
Salvat Bernard
Salvat Francine
Seytor Simone

Tcheprakoff Roseline
Théron André
Thomasset Renée
Toffart Jean-Luc
Tomassone Richard
Tost Jean-Christophe

Vago Constantin
Vala Jean-Claude
Victor Raphaël

Weille Michèle

Source : MNHN, Paris

SOMMAIRE

Liste des travaux déjà publiés dans le cadre de cette enquête 4
Introduction générale par Yves J. Golvan 10
Présentation de la Guadeloupe par Yves J. Golvan 16
Données récentes sur le climat de la Guadeloupe par Jean-Jacques Corbe 24
La flore de Guadeloupe et, en particulier, la flore aquatique par Jacques Fournet 38
Les grandes étapes de l'enquête par Yves J. Golvan 50
Les Mollusques dulçaquicoles de Guadeloupe par Bernard Salvat et Jean-Pierre Pointier 65
Étude des principaux facteurs écologiques qui régissent la vie du Mollusque vecteur de la Schistosomose en Guadeloupe, B. glabrata par Jean-Pierre Pointier, André Théron, Claude Combes, Bernard Salvat, Yves J. Golvan et André Delplanque 88
Incidence des techniques agricoles sur la Schistosomose humaine en Guadeloupe par Alain Kermarrec .. 141
Ribeiroia guadeloupensis *Nassi 1978 et les autres Trématodes stérilisants* par Claude Combes et Henri Nassi 150
Recherche des Helminthes chez les animaux domestiques et sauvages de la Guadeloupe par Jacques Euzeby et Michel Graber 166
Le Rat en mangrove par Pierre Delattre 176
Étude expérimentale de la permissivité du rat (Rattus rattus) *à* Schistosoma mansoni *en Guadeloupe* par Joseph Jourdane et Danièle Imbert-Establet 183
Les densités cercariennes par Claude Combes et André Théron 186
Essai concluant de lutte biologique contre une population naturelle de Biomphalaria glabrata *par le Trématode* Ribeiroia guadeloupensis par Henri Nassi, Jean-Pierre Pointier et Yves J. Golvan .. 197
Mise au point de techniques de transplantation des sporocystes de Schistosoma mansoni *et leur apport à la connaissance du cycle de ce parasite* par Joseph Jourdane 204
Mise en évidence de certaines activités enzymatiques dans l'hémolymphe de Biomphalaria glabrata par Alain Kermarrec 206
Conclusion par Yves J. Golvan 215
Bibliographie générale 217
Planches 230

Source : MNHN, Paris

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS FAITES DANS LE CADRE DE L'ENQUÊTE SUR L'ÉCOLOGIE DE LA SCHISTOSOMOSE À *Schistosoma mansoni* EN GUADELOUPE

Albaret J. L., 1978. — Variations du nombre de papilles ciliées chez les miracidiums de *Schistosoma mansoni*, agent de la Bilharziose intestinale. *C. R. Acad. Sci. Paris, 286* (sér. D), 1359-1362.

Albaret J. L. et Léger N., 1978. — Variations chétotaxiques des miracidiums de *Schistosoma mansoni* selon l'adaptation aux Muridés. Données expérimentales et données épidémiologiques en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 53*, 617-622.

Barbotin F., Carton Y. et Kelner-Pillaut S., 1979. — Morphologie et biologie de *Cothonaspis* (*Cothonaspis*) *boulardi* n. sp., parasite de Drosophiles (Hymen. Cynipoidea, Eucoilidae). *Bull. Soc. Entomol. France, 84* (janv. févr. 79), 20-26.

Bayssade-Dufour Ch., 1977. — Différences au niveau des sensilles, entre les cercaires africaines et américaines de *Schistosoma mansoni*, agent de la bilharziose intestinale humaine. *C. R. Acad. Sci. Paris, 284* (sér. D), 191-193.

Bayssade-Dufour Ch., 1977. — Variations chétotaxiques chez les cercaires de *Schistosoma mansoni*, agent de la Bilharziose intestinale, en corrélation avec l'hôte vertébré de ce parasite. *C. R. Acad. Sci. Paris, 285* (sér. D), 1511-1513.

Bayssade-Dufour Ch., 1980. — Variations du système sensoriel de la cercaire de *Schistosoma mansoni*. Intérêt éventuel en épidémiologie. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 54* (6), 593-614.

Bénex J. et Bayssade-Dufour Ch., 1978. — Constatations expérimentales relatives à la spécificité des cercaires de *Schistosoma mansoni* envers leurs hôtes mammifères. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 53*, 120.

Bougerol Ch., 1976. — Phytothérapie et perception du corps à la Guadeloupe. *Jl. Agric. Trop. Bota. Appliq., 23*, (nº 7-12), 221-228.

Bougerol Ch., 1978. — Approche ethnologique d'un foyer de Bilharziose en Guadeloupe. *Public. D.G.R.S.T.*, nº 17, Comité « Équil. Lutte Biol.-Méthodolog. », 26 p.

Cassone J., Bayssade-Dufour Ch., Albaret J. L. et Joundane J., 1978. — Variations chétotaxiques des cercaires d'une souche humaine de *Schistosoma mansoni* par passages successifs sur souris. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 53*, 387-391.

Combes Cl., 1976. — Perspectives actuelles d'utilisation des parasites dans la lutte contre les Mollusques vecteurs de Bilharzioses humaines. *Wiadomosci Parazytolog., 22*, 351-354.

Combes Cl. et Delattre P., 1978. — Recherches sur l'infestation de *Rattus rattus* et de *R. norvegicus* par *Schistosoma mansoni* dans un foyer des Antilles. *ICOPA — IVth Internat. Congr. Parasitol.*, 1, 99-100.

Combes Cl. et Delattre P., 1981. — Principaux paramètres de l'infestation des rats (*Rattus rattus* et *Rattus norvegicus*) par *Schistosoma mansoni* dans un foyer de Schistosomose intestinale de la région caraïbe. *Act. Oecol. Oecol. Applic*, II (1), 63-79.

Combes Cl. et Imbert-Establet D., 1980. — Infectivity in rodents of *Schistosoma mansoni* cercariae of human and of murine origin. *Jl. Helmintholog. 54*, 167-171.

Combes Cl., Léger N. et Golvan Y. J., 1975. — Le rôle du rat dans la dynamique de l'endémie schistosomienne en Guadeloupe. *C. R. Acad. Sci. Paris, 281* (sér. D), 1059-1061.

Combes Cl., Léger N. et Golvan Y. J., 1975. — Rats en Bilharziose en Guadeloupe. *Acta Tropica, 32*, (4), 304-308.

Combes Cl. et Nassi H., 1977. — Metacercarial dispersion and intracellular parasitism in a strigeid Trematode. *Internat. Jl. Parasitol., 7*, 501-503.

Source : MNHN, Paris

COMBES Cl. et THÉRON A., 1977. — Rythmes d'émergence des cercaires de Trématodes et leur intérêt dans l'infestation de l'homme et des animaux. *Vol. in mem. Prof. Caballero y Caballero*, 141-150.

DUBOIS G. et NASSI H., 1977. — Redescription d'*Apateman* (*Apatemon*) *graciliformis* Szidat 1928 (Trematoda, Strigeidae), précédée d'une note préliminaire sur son cycle évolutif. *Ann. Parasitol. Hum. Compar.*, *52*, (5), 507-510.

EUZEBY J. et GRABER M., 1972. — Rapport de mission en Guadeloupe. *Rappt. D.G.R.S.T. École Nat. Vétèr. Lyon*, 14 p.

EUZEBY J. et GRABER M., 1973. — Enquête parasitologique en Guadeloupe. *Bull. Soc. Path. Exot.*, *66*, (4), 558-567.

EUZEBY J. A. et GRABER M., 1974. — *Mecistocirrus digitatus* von Linstow 1906, parasite du Bétail en Guadeloupe. *Bull. Soc. Path. Exot.*, *67*, (1), 84-94.

EUZEBY J. A. et GRABER M., 1974. — Rapport de mission en Guadeloupe. *École Nat. Vétèr. Lyon, D.G.R.S.T.*, 8 p.

EUZEBY J. A. et GRABER M., 1975. — Deuxième enquête parasitologique en Guadeloupe. Note 1. Les Trématodes des Oiseaux aquatiques. *Bull. Soc. Sci. Vétèr. Méd. Compar. Lyon*, 77, (5), 317-320.

EUZEBY J. et GRABER M., 1976. — La lutte biologique contre les Bilharzioses. Participation du laboratoire de Parasitologie de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon au programme D.G.R.S.T./Guadeloupe. *Bull. Acad. Vétèr. France*, *49*, (1), 47-51.

EUZEBY J. A., GRABER M. et MEJIA A., 1977. — Données récentes concernant la Mammomonogamose en Amérique centrale et aux Antilles. *Journ. Nat. Mycolog. Méd. Parasitol. Angers*, (5), p. 25, *Bull. Acad. Vétèr. France*, *50*, 267-273.

GOLVAN Y. J., 1975. — Recherches actuelles sur les Schistosomoses. *Conc. Méd. Supplt. n° 25 du 21 juin*, 12-16.

GOLVAN Y. J., 1976. — Données nouvelles sur l'Écologie de *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe et perspectives de lutte biologique contre ce parasite. *Entret. Bichat-Rencontre Biolog.*, 163-168.

GOLVAN Y. J., 1978. — Lutte biologique contre la Bilharziose. *La Recherche*, *IX*, (n° *89*), 486-489.

GOLVAN Y. J. et COMBES Cl., 1978. — Sur la responsabilité des rats sauvages dans l'entretien des foyers de Schistosomose intestinale. *Cpt.-Rend. IVth. Internat Congress Parasitol.*, *19-26 Aug. Warsaw.*

GOLVAN Y. J., COMBES Cl., BAYSSADE-DUFOUR Ch. et NASSI H., 1974. — Les cercaires de *Ribeiroia marini* (Faust et Hoffman 1934). Trématode antagoniste de *Schistosoma mansoni* et provoquant la castration parasitaire du mollusque-hôte, vecteur de la Bilharziose humaine. *C. R. Acad. Sci. Paris*, *279* (sér. D), 405-408.

GOLVAN Y. J., COMBES Cl., EUZEBY J., HOUIN R., SALVAT B. et LANCASTRE F., 1974. — Résultats préliminaires d'une enquête écologique sur *Biomphalaria glabrata*, vecteur de *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe. *Proceed. 3d Internat. Cong. Parasito. München*, vol. 11, 821-822.

GOLVAN Y. J., COMBES Cl., EUZEBY J. et SALVAT B., 1979. — Épidémiologie écologique de la Schistosomose à *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe (Antilles françaises). *Haliotis*, *8*, 127-135.

GOLVAN Y. J., COMBES Cl. et NASSI H., 1975. — Castration du mollusque *Biomphalaria glabrata* par les larves de divers Trématodes guadeloupéens. *C. R. Acad. Sci. Paris*, *280* (sér. D), 1607-1610.

GOLVAN Y. J., COMBES Cl., POINTIER J. P. et NASSI H., 1978. — Bilan après un an et demi d'un essai de contrôle biologique de *Biomphalaria glabrata* par le Trématode stérilisant *Ribeiroia marini guadeloupensis*. *Cpt. Rend. Congr. Lutte. Insectes. Milieu. tropic. Marseille.*

GOLVAN Y. J., HOUIN R., COMBES Cl., DENIAU M. et LANCASTRE F., 1977. — Transmission naturelle de la Bilharziose à *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe (Antilles françaises). *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, *52*, (3), 259-275.

GOLVAN Y. J. et MOUGEOT G., 1973. — Mise en évidence des propriétés cytoadhérentes des cellules de l'hémolymphe de *Biomphalaria glabrata* parasité par *Schistosoma mansoni*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, *276* (sér. D), 1229-1231.

GOLVAN Y. J., LANCASTRE F., BARRIÈRE L., DEROUIN F. et TRÉNEY-BOLOGNINI J., 1975. — Schistosomose expérimentale. I. Étude de la fécondité de *Schistosoma mansoni* en fonction de son adaptation à la souche de *Biomphalaria glabrata*. *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, *50*, (5), 617-628.

Source : MNHN, Paris

Golvan Y. J., Lancastre F., Mougeot G., Poirot J. L., Marteau M., Abouzkham A. et Deltour F., 1980. — Aspects actuels de l'enzootie murine schistosomienne en Guadeloupe. *Ann. Parasit. Hum. Comp.* (sous presse).

Graber M. et Euzeby J., 1973. — Essai de lutte biologique contre les Mollusques vecteurs de Bilharziose. Rôle prédateur de l'écrevisse américaine *Cambarus affinis* Say. *Bull. Soc. Path. Exot., 66*, (6), 727-731.

Graber M. et Euzeby J. A., 1975. — Lutte biologique contre les Mollusques vecteurs des Trématodoses humaines et animales. Rôle prédateur possible d'*Hirudo medicinalis* (Gnathobdelliformes, Hirudidae) à l'égard de *Biomphalaria glabrata* Say. *Bull. Soc. Sci. Vétér. Méd. Compar. Lyon, 77*, (5), 325-328.

Graber M. et Euzeby J. A., 1975. — Lutte biologique contre les Mollusques vecteurs de Trématodoses humaines et animales. Étude de l'action compétitive de *Physa acuta* Draparnaud à l'égard de *Biomphalaria glabrata* Say. *Bull. Soc. Sci. Vétér. Méd. Compar. Lyon, 77*, (5), 321-324.

Graber M. et Euzeby J. A., 1976. — *Trichocephaloidis beauporti* n. sp., Cestode nouveau des Charadriiformes et de certains Passériformes de la Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 51*, (2), 189-198.

Graber M. et Euzeby J. A., 1976. — *Hymenolepis guadelaupensis* n. sp., Cestode nouveau du Canard domestique (*Anas boschas*). *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 51*, (2), 199-205.

Graber M. et Euzeby J. A., 1976. — Deuxième enquête parasitologique en Guadeloupe. Note 2. Les Cestodes des Oiseaux aquatiques. *Bull. Soc. Soc. Sci. Vétér. Méd. Compar. Lyon, 78*, (3), 153-171.

Graber M., Euzeby J. A. et Gevrey J., 1977. — Élevage de *Biomphalaria glabrata* Say au Laboratoire. *Rev. Élev. Méd. Vétér. Pays Tropic., 30*, (3), 291-301.

Graber M., Euzeby J. A. et Gevrey J., 1977. — Lutte biologique contre les mollusques vecteurs de la Bilharziose. I. Action prédatrice de l'Écrevisse américaine, *Cambarus affinis* (Say) à l'égard de *Biomphalaria glabrata* Say. *Bull. Soc. Sci. Vétér. Méd. Compar. Lyon, 79*, (2), 91-95.

Graber M., Euzeby J. A. et Gevrey J., 1977. — Lutte biologique contre les mollusques vecteurs de la Bilharziose. 2e note. Variations de l'activité prédatrice de *Cambarus affinis* Say, en fonction de la saison et du nombre d'individus. *Bull. Soc. Soc. Sci. Vétér. Méd. Compar. Lyon, 79*, (2), 97-99.

Graber M., Euzeby J. A. et Gevrey J., 1977. — Action compétitive d'un Helisomatinae, *Helisoma duryi* (Wetherby) à l'égard de *Biomphalaria glabrata* Say. Résultats préliminaires. *Journ. Nat. Mycol. Médic. Parasitol. Angers, 4*, 26.

Graber M., Euzeby J. A. et Gevrey J., 1980. — Action compétitive d'Helisoma duryi (Wetherby) (Planorbidae, Helisomatinae) à l'égard de divers mollusques vecteurs de Trématodoses humaines et animales. I. *Biomphalaria glabrata* Say. *Hydrobiol.* (sous presse).

Graber M., Euzeby J. A. et Gevrey J., 1980. — Action compétitive d'*Helisoma duryi* (Wetherby) (Planorbidae Helisomatinae) à l'égard de divers mollusques vecteurs de Trématodoses humaines et animales. II. — *Biomphalaria pfeifferi* Krauss, *Bulinus truncatus sericinus* Jickeli et *Limnaea natalensis* Krauss. *Hydrobiol.* (sous presse).

Graber M., Thomasset R. et Euzeby J., 1979. — Essais de lutte biologique contre *Biomphalaria glabrata*, Planorbidé vecteur de *Schistosoma mansoni* — Observations et expérimentations en Laboratoire. *Revista Ibérica de Parasitologia, 39*, 411-454.

Guyard A. et Pointier J. P., 1979. — Faune malacologique dulçaquicole et vecteurs de la Schistosomose intestinale en Martinique (Antilles françaises). *Ann. Parasito. Hum. Comp., 54*, (2), 193-205.

Houin R., Golvan Y. J., Combes Cl., Deniau M. et Périac P., 1973. — Mollusques vecteurs de la Bilharziose en Guadeloupe. Approche physionomique des biotopes (étude préliminaire). *Haliotis, 3*, 73-79.

Houin R. et Golvan Y. J., 1975. — Field conditions of the transmission of *Schistosoma mansoni* in Guadeloupe (French West Indies). *Internat. Conf. Schistosomiasis. Cairo (Egypt)*. 35-36.

Imbert-Establet D., 1980. — Voie de migration des adultes de *Schistosoma mansoni* chez *Rattus rattus* du système veineux mésentérique aux poumons. *C.R. Acad. Sci. Paris, 290*, 531-534.

Jourdane J., 1978. — Permissivité du Rat (*Rattus rattus*) de Guadeloupe à l'égard de *Schistosoma mansoni* et mise en évidence d'une migration des Schistosomes adultes vers les poumons. *C. R. Acad. Sci. Paris, 286*, 1001-1004.

Jourdane J., 1978. — Perspectives de maintenance de *Schistosoma mansoni* exclusivement chez le mollusque vecteur par l'utilisation des techniques de transplantation. *ICOPA Cpt.-Bead. 4e Intern. Cong. Parasitol. Warsaw, 19|26 Aug. 78.*

Source : MNHN, Paris

JOURDANE J., 1979. — Apport des techniques de transplantation à la connaissance de la productivité de *Schistosoma mansoni* chez le mollusque vecteur *Biomphalaria glabrata*. *Haliotis 8*, 155-173.

JOURDANE J. et IMBERT-ESTABLET D., 1980. — Étude expérimentale de la permissivité du rat sauvage (*Rattus rattus*) de Guadeloupe à l'égard de *Schistosoma mansoni*. Hypothèse sur le rôle de cet hôte dans la dynamique des foyers naturels. *Acta Tropica 37*, 41-51.

JOURDANE J. et THÉRON A., 1975. — Le cycle biologique de *Gorgoderina rochalimai* Pereira et Cuocola 1940, digène parasite de *Bufo marinus* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 50*, (4), 439-445.

JOURDANE J. et THÉRON A., 1980. — *Schistosoma mansoni* cloning by microsurgical transplantation of sporocysts. *Experimental Parasitol. 50*, 349-357.

JOURDANE J., THÉRON A. et COMBES Cl., 1980. — Demonstration of several sporocysts generations as a normal pattern of reproduction of *Schistosoma mansoni*. *Acta Tropica* (sous presse).

LANCASTRE F. et BAZIN Ch., 1971. — Culture in vitro de *Schistosoma mansoni* (Trématode distomien) sur des cellules en lignée continue. *C. R. Acad. Sci. Paris, 273*, (sér. D), 2279-2280.

LANCASTRE F., DEROUIN F., BARRIÈRE L. et GOLVAN Y. J., 1976. — Schistosomose expérimentale. II. Infestation de *Biomphalaria glabrata* par deux miracidiums de *Schistosoma mansoni*. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 51*, (2), 227-239.

LANCASTRE F., MOUGEOT G., POIROT J. L., MARTEAU M. et ABOUZAKHAM A., 1978. — Épidémiologie de la Schistosomose à *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe. Aspects de l'enzootie murine. *Bull. Soc. Sci. Vét. Médic. Compar. Lyon, 80*, (6), 285-290.

LANCASTRE F., NASSI H. et POIROT J. L., 1976. — Sur la localisation pulmonaire massive de *Schistosoma mansoni* chez des rats (*Rattus norvegicus*) en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 51*, (3), 349-353.

LANDAU I., MARTEAU M., GOLVAN Y. J., CRABAUD A. G. et BOULARD Y., 1975. — Hétéroxénie chez les Coccidies intestinales de Poissons. *C. R. Acad. Sci. Paris, 281*, sér. D, 1721-1723.

LÉGER N., NIEL G., NOTTEGHEM M. et FORGET E., 1976. — Variations de la réponse immunitaire chez divers couples « Rat-Bilharzie ». *C. R. Acad. Sci. Paris, 283*, sér. D, 187-190.

LÉVÊQUE Ch., 1974. — Crevettes d'eau douce de la Guadeloupe. Atyidae et Palaemonidae. *Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., 8*, (1), 41-49.

LÉVÊQUE Ch. et POINTIER J. P., 1976. — Study on the growth of *Biomphalaria glabrata* (Say) and other Planorbidae in Guadeloupe (West Indies). *Ann. Trop. Méd. Parasitol., 70*, (2), 199-204.

LÉVÊQUE Ch., POINTIER J. P. et TOFFART J. L., 1978. — Influence de quelques facteurs du milieu sur la fécondité de *Biomphalaria glabrata* (Say 1818), (Mollusca Pulmonata) dans les conditions du laboratoire. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 53*, (4), 393-402.

MOUGEOT G., DELATTRE P., GOLVAN Y. J., MARTEAU M. et POIROT J. L., 1978. — Étude séro-immunologique par immunofluorescence de la Bilharziose murine en Guadeloupe. Intérêt épidémiologique. Études comparatives dans différents biotopes. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 53*, (3), 277-284.

MOUGEOT G. et GOLVAN Y. J., 1974. — Étude des relations entre la longévité de *Biomphalaria glabrata* et son infestation par *Schistosoma mansoni*. Étude de la variation quantitative de l'émission de furcocercaires. *Bull. Soc. Sci. Vét. Méd. Comp. Lyon, 76*, (2), 119-124.

MOUGEOT G. et GOLVAN Y. J., 1977. — Aspects de la Bilharziose murine dans la mangrove douce et l'arrière mangrove de la Grande-Terre en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 52*, (5), 623-628.

MOUGEOT G., GOLVAN Y. J. et DELATTRE P., 1978. — Détection à l'aide de microprélèvements sanguins et par immunofluorescence de la Schistosomose du Rat au cours des enquêtes épidémiologiques. *C. R. Acad. Sci. Paris, 286*, sér. D, 141-143.

MOUGEOT G., GOLVAN Y. J. et DEPERNET D., 1977. — Interaction Nématode-Trématode chez *Biomphalaria glabrata*, vecteur de la Bilharziose humaine à *Schistosoma mansoni* aux Antilles et en Amérique du Sud. *Bull. Soc. Sci. Vét. Méd. Comp., 79*, (3), 151-156.

MOUGEOT G., GOLVAN Y. J., POIROT J. L., MARTEAU M. et DELATTRE P., 1978. — Enquête séro-immunologique par immunofluorescence de la Bilharziose murine en Guadeloupe. Intérêt épidémiologique, étude comparative dans différents biotopes. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 53*, nº 3, 277-284.

NASSI H., 1975. — Recherches sur le cycle biologique d'un Trématode Clinostomatidae de Guadeloupe. Stérilisation du premier hôte intermédiaire *Biomphalaria glabrata*. *Proc. Sec. Europ. Multicol. Parasit. Trogir.*, 119-129.

Source : MNHN, Paris

NASSI H., 1978. — Données sur le cycle de *Ribeiroia marini guadeloupensis* n. ssp. Trématode stérilisant *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe. *Acta Tropica, 35*, 41-56.

NASSI H., 1979. — Coïncidence entre le blocage précoce de la ponte de *Biomphalaria glabrata* (Gasteropoda, Pulmonata) et la localisation cérébrale de jeunes rédies mères de *Ribeiroia marini guadeloupensis* (Trematoda, Cathaemasiidae). *C. R. Acad. Sci. Paris, 289*, sér. D, 165-168.

NASSI H., 1980. — Données expérimentales sur le cycle biologique de *Petasiger caribbensis* n. sp. parasite larvaire de *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 55*, (1), 41-55.

NASSI H., LANCASTRE F. et POIROT J. L., 1975. — Rat et Bilharziose en Guadeloupe. Nouvelles données. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 50*, (6), 731-733.

NASSI H., POINTIER J. P. et GOLVAN Y. J., 1978. — Bilan d'un essai de contrôle d'une population de *Biomphalaria glabrata* par un Trématode stérilisant. *Cpt.-Rend. IVth. Internat. Congr. Parasitol. Warsaw, 19|26 Aug. 78.*

NASSI H., POINTIER J. P. et GOLVAN Y. J., 1979. — Bilan d'un essai de contrôle de *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe à l'aide d'un Trématode stérilisant. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 54*, (2), 185-192.

NASSI H. et BAYSSADE-DUFOUR Ch., 1980. — Cycle biologique de *Clinostomum golvani* n. sp. (Trematoda : Clinostomidae) parasite larvaire de *Biomphalaria glabrata*, Mollusque vecteur de *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Compar, 55*, (5), 527-540.

NASSI H., POINTIER J. P., GOLVAN Y. J. et SEYTOR S., 1979. — Essai d'intervention sur une population de *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe à l'aide d'un Trématode stérilisant : évolution de la prévalence. *Haliotis*, 8, 1977, (1979), pp. 143-146.

PETTER A., 1977. — Description d'un nouveau Nématode parasite de Poisson en Guadeloupe, *Cucullanus caballeroi* sp. nov. *Excert. Parasitol. Mem. Dr. Eduardo Caballero. Mexico*, 459-463.

PETTER A., GOLVAN Y. J. et TCHEPRAKOFF R., 1977. — Nématodes de Poissons de rivière en Guadeloupe. *Bull. Mus. Nat. Hist. Natur. Paris*, 3e *sér.*, n° *428*, *Zoologie*, *298*, 159-171.

PFLÜGER W., 1979. — Influence de températures constantes et de températures variables sur la prépatence de *Schistosoma mansoni* et sur l'hôte intermédiaire *Biomphalaria glabrata*. *Haliotis*, 1er colloque intern. Pathol. Parasitol. des mollusques, vol. 8.

POINTIER J. P., 1973. — Écologie des Mollusques vecteurs de la Bilharziose en Guadeloupe. Inventaire malacologique des espèces dulçaquicoles. Étude préliminaire. *Haliotis, 3*, 65-71.

POINTIER J. P., 1974. — Faune malacologique dulçaquicole de l'île de la Guadeloupe (Antilles françaises). *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, sér. 3, n° 235, *Zoolog. 159*, 905-934.

POINTIER J. P., 1975. — Sur la présence de *Biomphalaria glabrata* (Say 1818) et de *Physa cubensis* (Pfeiffer 1839) dans l'île de Montserrat (Petites Antilles). *Nouv. agr. Antilles|Guyane*, 1, (3), 242-245.

POINTIER J. P., 1976. — Sur la présence de *Potamopyrgus coronatus* (Pfeiffer 1840) dans l'île de Saint-Barthélémy (Antilles françaises). *Nouv. Agr. Antilles|Guyane*, 2, (2), 150-154.

POINTIER J. P., 1976. — Répartition locale et biogéographie des Mollusques dulçaquicoles de la Guadeloupe (Antilles françaises). *Malacol. Rev., 9*, 85-103.

POINTIER J. P. et COMBES Cl., 1976. — La saison sèche en Guadeloupe et ses conséquences sur la démographie des Mollusques dans les biotopes à *Biomphalaria glabrata* (Say 1818), vecteur de la Bilharziose intestinale. *Terre et Vie, 30*, 121-147.

POINTIER J. P. et DELPLANQUE A., 1976. — Les prédateurs de *Biomphalaria glabrata* (Say 1818), Mollusque vecteur de la Schistosomose en Guadeloupe (Antilles françaises). *Bull. Soc. Sci. Vét. Méd. Compar. Lyon, 78*, (6), 319-331.

POINTIER J. P. et DELPLANQUE A., 1977. — Dynamique des peuplements de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) Mollusque vecteur de la Bilharziose intestinale en Guadeloupe (Antilles françaises). *Haliotis, 6*, 221-226.

POINTIER J. P. et THÉRON A., 1979. — La Schistosomose intestinale dans les forêts marécageuses à *Pterocarpus* de Guadeloupe (Antilles françaises). *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 54*, (1), 43-56.

POINTIER J. P., NASSI H. et DELPLANQUE A., 1979. — Résultats préliminaires d'un essai d'intervention sur une population de *Biomphalaria glabrata* de Guadeloupe à l'aide d'un Trématode stérilisant. Dynamique de la population du mollusque. *Haliotis, 8*, 137-141.

POINTIER J. P., SALVAT B., DELPLANQUE A. et GOLVAN Y. J., 1977. — Principaux facteurs régissant la den-

Source : MNHN, Paris

sité des populations de *Biomphalaria glabrata* (Say 1818), Mollusque vecteur de la Schistosomose en Guadeloupe (Antilles françaises). *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 52*, (3), 277-323.

POURRIOT R., 1975. — Rotifères des Antilles. *Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., 9*, (2), 81-90.

RIOUX J. A., DECAMPS H., COMBES Cl., LANOTTE G., THÉRON A., POINTIER J. P., SEYTOR S., DELATTRE P. et BOUGEROL Ch., 1978. — La Schistosomose intestinale en Guadeloupe. Documents écologiques et épidémiologiques. Analyse, synthèse et essai de modélisation. Propositions méthodologiques pour une lutte intégrée. *D.G.R.S.T., Comité « équilibres et lutte biologique », Groupe « Méthodologie »*. Note n° 5, 64 p.

RIOUX J. A., DECAMPS H., LANOTTE G., COMBES Cl., THÉRON A., POINTIER J. P., SEYTOR S., DELATTRE P. et BOUGEROL Ch., 1977. — Écologie de la Schistosomose intestinale en Guadeloupe. Analyse du système épidémiologique. Documents pour un essai de modélisation. *Rev. Épidém. Santé Publique, 25*, 483-519.

ROGIER E. et LANDAU I., 1975. — Description de *Schellackia golvani* n. sp. (Lankesterellidae) parasite de Lézards de Guadeloupe. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, 3e série, n° 284, Zoologie, 94*, 91-97.

THÉRON A., 1975. — Chronobiologie des cercaires de *Ribeiroia marini* (Faust et Hoffman 1934), parasite de *Biomphalaria glabrata* : action de la photopériode sur le rythme d'émission. *Acta Tropica, Basel, 32*, 309-316.

THÉRON A., 1975. — Recherches sur les rythmes d'émergence des cercaires de Guadeloupe, parasites de *Biomphalaria glabrata* et des Pyrénées. *Thèse Univers. Sci. Montpellier*, 149 p.

THÉRON A., 1978. — Modification du rythme de production des cercaires de *Schistosoma mansoni* en fonction du nombre de miracidiums pénétrant chez *Biomphalaria glabrata*. *Cpt.-Rend. IVth. Internat. Congr. Parasitol. 19/26 Aug. 78, Warsaw*. C-99.

THÉRON A., 1979. — A differential filtration technique for the measurement of schistosome cercarial densities in standing waters. *Bull. O.M.S., 57*, (6), 971-975.

THÉRON A., 1979. — Recherches sur la production des cercaires de *Schistosoma mansoni* par des *Biomphalaria glabrata* de Guadeloupe et du Brésil. *Haliotis*, 8, 147-149.

THÉRON A., 1980. — Évaluation de la dérive cercarienne dans les sites de transmission des Schistosomoses à partir d'un prélèvement journalier unique. Exemple des foyers guadeloupéens à *Schistosoma mansoni*. *Rev. Épidémiol. Santé Publique, 28*, 131-139.

THERON A., 1980. — Mise en évidence de races chronobiologiques de *Schistosoma mansoni* à partir des cinétiques d'émission cercarienne. *C.R. Acad. Sci. Paris, sér. D, 290*, 279-282.

THERON A., 1981. — Dynamics of larval populations of *Schistosoma mansoni* in *Biomphalaria glabrata*. I. Rhythmic production of cercariae in monomiracidial infections. *Ann. Trop. Med. Parasitol. 75* (1), 71-77.

THERON A., 1981. — Dynamics of larval populations of *Schistosoma mansoni* in *Biomphalaria glabrata*. II. Chronobiology of the intramolluscal larval development during the shedding period. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* (sous presse).

THÉRON A. et JOURDANE J., 1979. — Séquence de reconversion des sporocystes de *Schistosoma mansoni* productrices de cercaires en vue de la production de nouvelles générations de Sporocystes. *Zeitschr. Parasitenkd., 61*, 63-71.

THÉRON A., POINTIER J. P. et COMBES Cl., 1977. — Recherches sur les facteurs responsables des densités de cercaires de *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 52*, (4), 421-433.

THÉRON A., POINTIER J. P. et COMBES Cl., 1978. — Approche écologique du problème de la responsabilité de l'Homme et du Rat dans le fonctionnement d'un site de transmission à *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Comp., 53*, (2), 223-234.

TOSI J. Ch., 1978. — Orientations actuelles de la lutte biologique contre les mollusques vecteurs de Trématodoses de l'homme et des animaux. *Thèse Vétérinaire Lyon Université Claude Bernard*, 107 p.

VAGO C. — Pathologie des mollusques vecteurs de Bilharzioses. *Compte-rendu fin étude Institut National de la Recherche Agronomique 1976*.

Source : MNHN, Paris

INTRODUCTION GÉNÉRALE

PAR

YVES J. GOLVAN

LE DÉROULEMENT DES RECHERCHES

La genèse de l'action concertée

En 1971, le Comité « *Équilibres et lutte biologiques* » de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.) décidait de regrouper en une seule action concertée de recherche quatre projets qui lui avaient été présentés séparément. L'un (Yves J. GOLVAN) portait sur une étude des possibilités de lutte biologique contre *Schistosoma mansoni* et son mollusque vecteur *Biomphalaria glabrata* dans le département de la Guadeloupe. Un second (Claude COMBES) proposait une étude sur l'écologie des mollusques vecteurs des Distomatoses humaines et animales. Il était très proche d'un autre thème sur la Dicrocoeliose (Jacques EUZEBY) qui avait été également fourni. Enfin un quatrième projet (Bernard SALVAT) portait sur la systématique et la génétique des mollusques vecteurs de maladies humaines et animales.

L'Action Concertée, initialement prévue pour une durée de trois ans, prit le titre d' « Écologie de *Biomphalaria glabrata*, vecteur de *Schistosoma mansoni* et recherche de méthodes de lutte biologique contre le mollusque et le parasite ». L'un de nous (Y. J. G.) fut désigné comme responsable scientifique et coordinateur de l'Action et les trois autres directeurs de laboratoire furent étroitement associés à la réalisation du programme de recherches ainsi défini.

Une telle action sur le thème de l'épidémiologie de la Schistosomose vue sous l'angle de l'écologie était nécessaire parce que cette parasitose est devenue le problème de santé primordial dans les régions intertropicales.

Sur l'aire immense où elle sévit, cette grave endémie est en croissance rapide puisqu'elle est favorisée par la concentration humaine, l'ignorance ou le mépris des règles élémentaires d'hygiène, l'extension des réseaux d'irrigation, la création de retenues artificielles sur les fleuves et les rivières, la déforestation sauvage. Jusqu'à ce jour, nous ne possédons aucune drogue permettant un traitement de masse facile et sans danger, bien que de nouveaux composés en cours d'expérimentation soient très prometteurs. Les procédés de lutte chimique ne sont qu'un pis-aller car ils sont dangereux pour la faune et la flore associées et très onéreux. Quant aux méthodes mécaniques et biologiques, elles en sont encore au stade des études préliminaires, sinon à celui des hypothèses de travail.

En réalité, les médiocres résultats que nous obtenons dans notre combat contre ce fléau sont la conséquence de notre ignorance quant aux conditions exactes dans lesquelles se fait, localement, la transmission. En matière de prophylaxie, dans ce cas comme en bien d'autres, on a en effet mis la charrue avant les bœufs et entrepris de lutter contre des ennemis dont on ne connaissait que partiellement les points faibles et les possibilités de résistance. Il y a quelque naïveté à s'étonner alors du manque d'efficience des diverses expériences de lutte menées ici ou là dans le monde.

Source : MNHN, Paris

La protection des sujets sains, demeure très difficile. L'infestation est aujourd'hui pratiquement inéluctable puisqu'elle se fait par simple contact avec les eaux douces où nagent les larves du parasite ; la vaccination contre ces « envahisseurs » en est encore au stade expérimental et il est impossible de dire quel sera son avenir. Bien sûr, les grandes lignes du cycle évolutif sont parfaitement classiques mais il reste encore des points obscurs, en particulier aucun travail d'ensemble sur l'écologie du parasite et de son vecteur n'avait jamais été réalisé de façon précise et systématique. De même, jamais la recherche méthodique d'organismes prédateurs, pathogènes ou compétiteurs pour le mollusque ou les formes libres du Schistosome n'avait été entreprise bien que nous sachions qu'elle pouvait aboutir à la découverte de procédés pratiques, efficaces et peu coûteux de lutte spécifique, n'entraînant aucune perturbation dans le reste de la biocénose locale.

Il était évident qu'une île offrirait un lieu de travail privilégié pour les équipes opérant sur le terrain. Sur un domaine limité, il est bien plus facile de faire un inventaire exhaustif de la faune et de la flore, d'étudier la dynamique des populations dans divers biotopes-types durant un ou plusieurs cycles annuels, de mesurer l'impact de la multiplication de prédateurs ou de pathogènes autochtones ou de l'introduction de prédateurs ou de pathogènes allochtones sur les populations expérimentales ou naturelles qu'il s'agit de réduire au-dessous de la masse critique d'épidémisation. De plus, sur une aire continentale, la recolonisation de la zone assainie par la périphérie est pratiquement inéluctable dès que la lutte s'arrête. Sur une île, au contraire, ce phénomène n'a guère de chance de se produire. On sait les beaux résultats de la lutte biologique contre les moustiques dans les îles du Pacifique. On peut raisonnablement espérer qu'il en sera de même avec la lutte contre la Schistosomose dans les îles de la Caraïbe (figure 1).

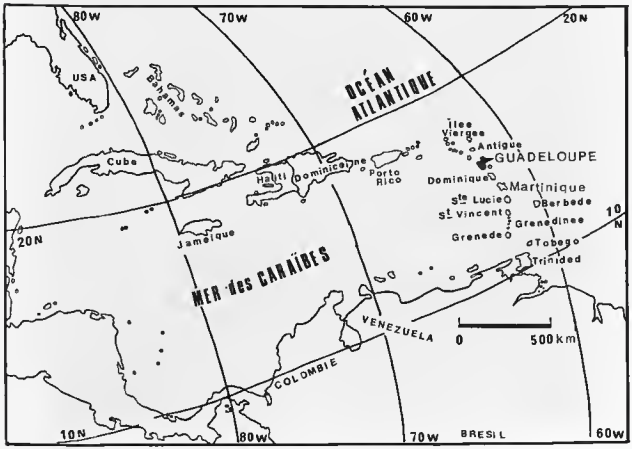

FIG. 1. — Situation de la Guadeloupe dans les Antilles.

Source : MNHN, Paris

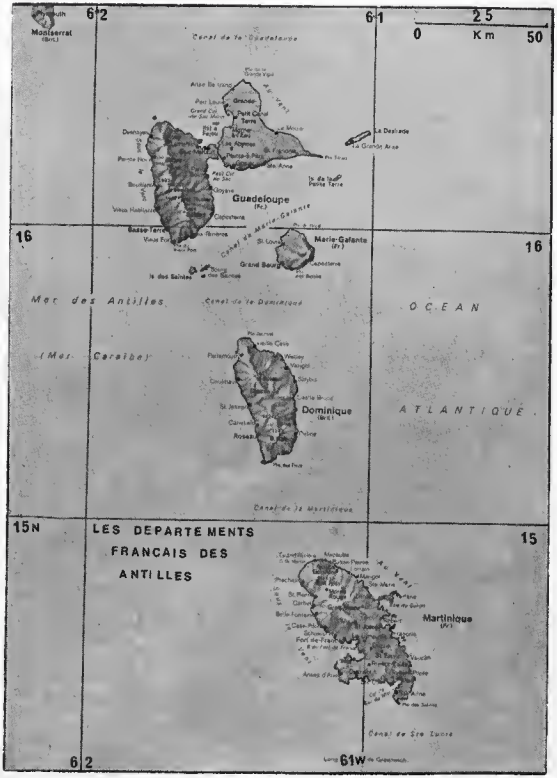

FIG. 2. — Les départements français des Antilles.

Source : MNHN, Paris

Le choix de la Guadeloupe fut parfaitement raisonné et précis. Les principaux éléments qui nous ont guidés sont les suivants :

— c'est un département français et il nous était facile de nous y établir avec un minimum de contraintes administratives et sans aucune barrière linguistique ;

— l'Institut National de la Recherche Agronomique (I.N.R.A.) y possède une station expérimentale au Domaine Duclos, dans la commune de Petit-Bourg. Nous pouvions y aménager l'indispensable base logistique en plein cœur du foyer naturel de Schistosomose ;

— la Bilharziose à *Schistosoma mansoni* sévit très lourdement en Guadeloupe. A cet égard, diverses enquêtes coprologiques et immunologiques, ainsi que l'étude des malades antillais atteints de Schistosomose vus dans notre service de Pathologie tropicale de l'Hôpital Saint-Antoine à Paris étaient formels ;

— du point de vue écologique, la Guadeloupe présente une extraordinaire variété de biotopes. A l'échelle d'un continent, ils seraient souvent éloignés de plusieurs centaines de kilomètres alors que, dans cette île, ils sont relativement très proches les uns des autres.

Le dépouillement des enquêtes antérieures montrait que la transmission de la Schistosomose se faisait de façon élective en Basse-Terre alors que la Grande-Terre apparaissait indemne. On pouvait supposer que l'une et l'autre parties de la Guadeloupe hébergeaient deux « types » de planorbes, l'un réceptif et l'autre réfractaire à *S. mansoni*. Dès le départ, nous devions être capables de faire un recensement et une détermination très précis de la faune malacologique dulçaquicole dans ces deux îles. (figure 2).

La mission exploratoire d'octobre 1971

Deux d'entre nous (Y. J. G. et Cl. C.) se rendirent en Guadeloupe à la fin du mois d'Octobre 1971 pour prendre un premier contact avec notre futur lieu de travail. Nous y étions accueillis par Pierre F. Galichet, directeur du Laboratoire de Zoologie du Centre de Recherches Agronomiques des Antilles-Guyane (C.R.A.A.G.) dépendant de l'I.N.R.A. Nous tenons tous à lui rendre ici un hommage particulier car tant lors de ce premier contact que par la suite, avec une extrême cordialité, avec une gentillesse qui allait de pair avec une grande efficacité, il facilita notre implantation et permit le démarrage de la mission dans de bonnes conditions. Nous devons lui associer Lucas Gruner qui fut son adjoint, puis son successeur. Qu'ils veuillent bien trouver dans ces quelques lignes l'assurance de notre amitié et nos plus sincères remerciements.

Ce séjour d'une semaine nous permet de prendre contact avec le Préfet du département et ses collaborateurs directs, avec le Directeur des Eaux et Forêts, le Directeur du Service départemental de la Santé et de l'Action Sanitaire et Sociale, le Directeur de l'Institut Pasteur de la Guadeloupe ainsi que les chefs des différents laboratoires de recherche du C.R.A.A.G.

C'est aussi au cours de ce séjour préparatoire que nous nous sommes mis en quête d'une habitation assez vaste et assez confortable, proche du Domaine Duclos (C.R.A.A.G.), dans laquelle nos équipes de recherche pourraient être hébergées durant leurs séjours en Guadeloupe.

Malgré le peu de temps dont nous disposions, nous avons pu nous rendre en compagnie de Galichet et Gruner, naturalistes connaissant parfaitement le terroir, dans les stations qu'ils considéraient comme les plus représentatives des différents faciès de la Guadeloupe. Dès ce premier contact nous savions qu'il y avait, en gros, quatre grandes catégories de gîtes d'eau douce :

1. — les torrents de la Basse Terre,
2. — les « étangs » de la Basse Terre,
3. — les mares naturelles et artificielles de la Grande Terre,
4. — les canaux qui, tant en Basse Terre qu'en Grande Terre, servent aussi bien au drainage qu'à l'irrigation, ou amènent l'eau aux usines traitant la canne à sucre.

Ce n'est que bien plus tard que nous avons découvert l'importance d'un autre faciès que nous avions négligé : la mangrove, au moins dans sa frange dite « lacustre ».

Source : MNHN, Paris

Il fut décidé de commencer le travail proprement dit sur le terrain dès que le financement d'un minimum de matériel et d'équipement lourd pourrait être assuré, c'est-à-dire dans le courant de la saison chaude de 1972. Grâce à la compréhension de l'administration de l'I.N.R.A., la première équipe de recherche fut à pied d'œuvre dès le 23 Mai. Pour que de telles missions aient le meilleur rendement possible, notre expérience imposait :

— de diviser nos chercheurs et techniciens métropolitains en équipes comprenant quatre personnes qui séjourneraient en Guadeloupe pour des durées obligatoirement comprises entre 4 et 6 semaines. Des séjours plus courts sont sans intérêt parce que trop brefs alors qu'au-delà, au moins lors de la phase initiale de prospection, la fatigue diminue le rendement.

Pendant la phase initiale du travail, l'équipe « montante » devait arriver plusieurs jours avant le départ pour la métropole de l'équipe « descendante » de façon à ce que le relais soit parfaitement assuré sans interruption dans le déroulement du programme.

D'autres éléments très importants sont ;

— de grouper, dans la mesure du possible, des personnalités « psychologiquement compatibles ». En effet, lorsque des dissensions apparaissent au sein d'une équipe, la qualité du travail est toujours très altérée et cet aspect « sociologique » des choses, trop souvent négligé, peut être la cause d'échecs complets, quelle que soit la valeur des individus pris séparément ;

— de disposer d'une habitation assez vaste et assez confortable pour héberger les travailleurs dans d'excellentes conditions. Pour une personne extérieure n'ayant jamais participé à notre travail, une enquête écologique pourrait apparaître comme « touristique » alors que la vérité est toute autre. Le travail sur le terrain est souvent extrêmement pénible, surtout dans une région chaude, humide et accidentée lorsque les participants viennent de débarquer d'une zone tempérée froide. De plus ce travail est souvent monotone, répétitif, obligeant à séjourner à de multiples reprises en des points très précis que l'on finit par mieux connaître que sa propre maison. Il importe donc, en dehors des heures de travail, de pouvoir se reposer et vivre dans un « chez soi » et non dans l'exiguïté anonyme et agitée d'un hôtel ;

— de posséder en propre les véhicules nécessaires pour le transport des personnels et du matériel sur le terrain. Cette disponibilité permanente et cette mobilité sont indispensables dans toute enquête écologique ;

— d'aménager pour les besoins propres des équipes des locaux servant de laboratoire fixe doté de ses appareils, des fournitures courantes de laboratoire telles que verrerie, produits chimiques et colorants.

Ces quatre points préliminairement définis furent scrupuleusement observés et ceci permit une mise en route rapide de la mission avec un rendement immédiatement très satisfaisant.

Nos idées de départ

Nous n'avions qu'une idée très succincte des travaux qui avaient été faits en Guadeloupe sur la Bilharziose. Ce n'était pas parce que nous les négligions, mais simplement parce que nous tenions à conserver notre « virginité » conceptuelle et méthodologique. Il nous semble en effet que, plus ou moins consciemment, on est toujours influencé par les idées émises ou imprimées. Si, d'aventure, les prédécesseurs ont commis une erreur, rien n'est plus difficile que d'éviter d'y retomber.

Nous pensions que la transmission se faisait, avant tout, dans les rivières et dans les mares. C'est donc avec étonnement que nous constatâmes qu'il n'y avait pas de planorbe dans les rivières de la Basse Terre, tout au moins dans leur lit principal !

Nous croyions aussi qu'il y avait, en Guadeloupe, au moins deux « souches » de *B. glabrata*, l'une très réceptrice en Basse Terre et l'autre peu réceptrice ou réfractaire, en Grande Terre, dans les mares. Cette conception s'avéra fausse puisque les spécimens des deux provenances se montrèrent également réceptifs, au moins expérimentalement.

De 1972 à 1978, plus de 100 chercheurs et techniciens, venus de métropole ou choisis sur place, travailleront dans le cadre de notre enquête écologique sur la Schistosomose. Certains feront des séjours

Source : MNHN, Paris

répétés de plus ou moins longue durée (parfois plusieurs mois consécutifs). Ceci n'a été possible que grâce à l'effort de la D.G.R.S.T. et à l'aide qu'elle nous a constamment apportée. Que ceux qui, membres de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, ont si largement contribué au succès de notre enquête veuillent bien trouver ici l'expression de nos remerciements et de notre sincère amitié.

Il convient, parmi eux, de remercier tout spécialement Monsieur E. Salmon-Legagneur, sans qui ce travail n'aurait jamais pu débuter, se développer, se poursuivre puis parvenir à son terme. D'abord secrétaire du Comité DGRST « lutte biologique », puis administrateur de l'I.N.R.A. en Guadeloupe, il a su comprendre nos besoins, faciliter notre voie dans les labyrinthes administratifs, mettre son autorité et ses connaissances à notre service. Il a suivi d'étape en étape la progression de notre travail et nous a toujours conservé sa confiance. Qu'il soit associé à notre réussite, c'est un hommage que nous lui devons, nous tous, individuellement et collectivement.

Source : MNHN, Paris

PRÉSENTATION DE LA GUADELOUPE

PAR

YVES J. GOLVAN

Pour l'écologiste comme pour le géographe, le trait dominant du paysage guadeloupéen est la variabilité. C'est pour cette raison avant toutes les autres que nous avons délibérement choisi cette île pour y étudier sur le terrain comment se maintient et fonctionne un foyer naturel de Bilharziose à *Schistosoma mansoni*.

Sur un territoire très exigu (puisqu'il s'étend sur 1 509 km² seulement soit un peu plus d'un sixième de la Corse), du niveau de la mer à plus de 1 000 m d'altitude, on rencontre des faciès tropicaux qui vont de la mangrove et de la brousse xérophytique à la grande forêt « de la pluie » ou aux savanes « à ananas » des sommets saturés d'eau.

Guy LASSERRE (1961) écrit que la Guadeloupe « est un microcosme du monde tropical où se retrouvent des paysages ailleurs séparés par des milliers de kilomètres ». Sur ce « continent en miniature », la multiplicité des conditions géologiques et climatiques devait, a priori, entraîner l'existence d'une grande variété de biotopes d'eau douce. Avant même d'avoir posé le pied sur le sol guadeloupéen, nous pensions qu'il serait plus facile qu'ailleurs d'analyser dans cette île les exigences écologiques du parasite et du mollusque vecteur puis, dans un deuxième temps, d'y tester la valeur des méthodes de lutte biologique que nous pourrions découvrir. Notre premier contact, lors de la mission exploratoire de 1971, venait confirmer cette hypothèse initiale et l'implantation de la mission « Schistosomose » en Guadeloupe fut donc définitivement décidée.

Nous venons de citer le travail de LASSERRE et nous tenons à lui rendre hommage pour toutes les études qu'il a consacrées à la Guadeloupe, et en particulier sa très remarquable thèse de Géographie. C'est la première fois que, pour mener une enquête d'Écologie épidémiologique en zone chaude, nous disposions d'emblée d'une base aussi solide, aussi documentée et aussi facilement accessible. Pour sa plus grande part, la substance même de ce chapitre est puisée à cette source.

PREMIÈRE APPROCHE (figure 3)

L'archipel des Petites Antilles s'étire du Nord au Sud suivant deux arcs presque concentriques. L'arc externe (ou oriental) est constitué d'un vieux socle éruptif presque recouvert d'une épaisse carapace corallienne. L'arc interne (ou occidental) est entièrement dû à l'activité volcanique. Aujourd'hui encore, c'est une zone d'instabilité de l'écorce terrestre où séismes et éruptions sont fréquents.

Entre l'océan Atlantique et la mer des Caraïbes, située par 16° de latitude Nord et 61° de longitude Ouest, la Guadeloupe est la plus étendue des Petites Antilles. Elle est aussi la seule où les deux arcs insulaires soient juxtaposés. A l'arc corallien oriental appartient la Grande Terre tandis que la Basse Terre, à l'Ouest, fait partie de l'arc volcanique. Il s'agit, en réalité, de deux îles distinctes, séparées d'ailleurs par la Rivière Salée, chenal « de maréc » large seulement de quelques dizaines de mètres et courant du Nord au Sud.

Source : MNHN, Paris

Pour ne plus y revenir, ajoutons que du point de vue purement administratif, le département de la Guadeloupe se compose en outre de plusieurs petites îles, plus ou moins éloignées : Saint Barthelemy, Saint Martin, Marie Galante et Les Saintes. Il n'y a, fort heureusement, pas de Schistosomose dans ces « dépendances » et c'est pour cette raison que nous ne les mentionnerons plus dans le cours de ce travail.

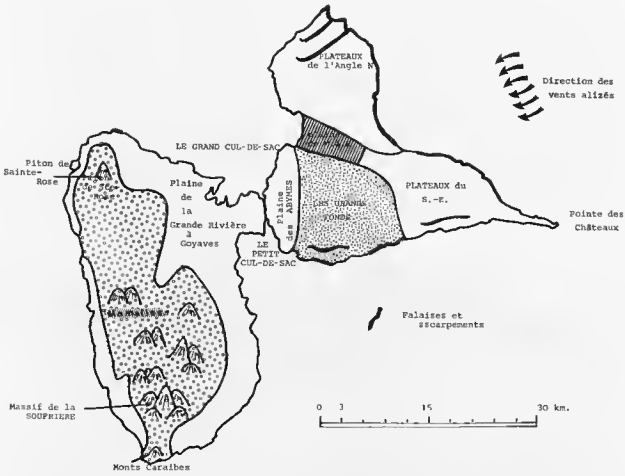

FIG. 3. — Présentation de la Guadeloupe. Les indications portées sur cette carte sont explicitées dans le texte.

La Basse Terre, qui couvre 943 km², a une forme presque ovalaire dont le grand axe Nord-Sud correspond à celui de la chaîne montagneuse qui forme l'épine dorsale de l'île. Il s'agit d'une succession de pitons escarpés dont le plus élevé, la Soufrière de Guadeloupe, culmine à 1 467 m. C'est actuellement le seul volcan actif de l'île et il est situé à son extrémité méridionale.

Si, depuis Pointe-à-Pitre qui est la plus grande agglomération de la Guadeloupe, on regarde vers l'Ouest, par dessus la Rivière Salée, l'horizon apparaît barré par une ligne de crêtes élevées. La partie Sud, qui correspond au massif de la Soufrière, est le plus souvent noyée dans les nuages. Nous savons que depuis l'ère tertiaire le régime des vents alizés est pratiquement stable toute l'année. Il s'ensuit que les masses nuageuses qu'ils poussent obstinément d'Est en Ouest depuis des millénaires se heurtent au versant atlantique des monts. Elles se résolvent là en pluies abondantes, violentes quoique souvent très brèves, quasi quotidiennes, qui représentent un puissant agent d'érosion. Les matériaux qu'elles arrachent aux pentes ont d'abord adouci les reliefs des piémonts, puis se sont étalés en une plaine alluviale, surtout vaste dans le Nord-Est, là où serpente la Grande Rivière à Goyaves et son réseau d'affluents

Source : MNHN, Paris

torrentueux. Sous ce climat humide, les débris de la montagne ont été latérifiés, d'où la formation de sols ferrallitiques qui, pourtant, ne constituent jamais une « cuirasse de latérite » comme en possèdent l'Afrique ou l'Amérique tropicales.

Lorsque l'alizé, débarrassé de son humidité, franchit la ligne de crêtes et se glisse le long du versant occidental, il devient un « foehn » chaud et sec. Il s'ensuit que cette côte dite « sous-le-vent » est soumise à une faible érosion pluviale et que la montagne plonge abruptement dans la mer des Caraïbes. La rareté des pluies explique aussi qu'il n'y ait pas de latérification sur ce versant.

La Grande Terre est grossièrement triangulaire avec un angle Nord arrondi et un angle Est étiré et aigu. Quant à l'angle Ouest, il est tronqué et forme la berge occidentale de la Rivière Salée. La table de corail fossile qui a donné la surface de l'île a été exondée de plusieurs dizaines de mètres par les mouvements tectoniques, puis a basculé. A l'angle Nord, les falaises de la Pointe de la Grande Vigie dominent la mer de près de cent mètres tandis que la côte Ouest est couverte d'une mangrove baignant dans le Grand Cul-de-Sac Marin au Nord et dans le Petit Cul-de-Sac au Sud. L'un et l'autre Culs-de-Sac communiquent précisément par la Rivière Salée.

La surface de cette table n'est cependant pas plane, tant s'en faut. Les pluies tièdes et acides ont attaqué la croûte de corail et entraîné le carbonate de calcium. Elles ont ainsi sculpté un relief tourmenté qui laisse en saillie les collines des « mornes »[1] séparées par le dédale des vallées des Grands Fonds.

LA GÉOLOGIE

Le complexe de base, volcanique et acide, qui date de l'Éocène a été raboté par une intense érosion due à la pluie. Presque partout il a été latérifié mais, en quelques points, au contraire, il a été enrichi en silice. De nos jours, il n'est qu'exceptionnellement visible. En effet, en Grande Terre, il a été immergé pendant la seconde moitié du Tertiaire, au Miocène et au Pliocène et a servi à l'ancrage des constructions de corail. En Basse Terre, il a été masqué par les roches volcaniques que les éruptions de type péléen qui se sont succédé jusqu'à aujourd'hui, ont amoncelées.

La Grande Terre (figure 4)

Le banc calcaire est épais de près de 200 m. mais il ne forme pas une roche homogène. Pratiquement, à tous les niveaux stratigraphiques, les blocs durs sont dispersés dans un tuf tendre. Ceci tient aux conditions sub-récifales des dépôts et à l'altération inégale des éléments qui les composent. Le corail est, en effet, plus ou moins mêlé de sable et englobe de nombreuses coquilles, tests et carapaces d'organismes marins divers. La pluie s'est frayée des chemins privilégiés au long desquels elle a dissous le calcaire. Ce manteau de corail a alors pris l'aspect d'une masse alvéolaire truffée d'argile de décalcification. Le processus karstique ne forme cependant pas de grandes cavités parce que la roche-mère est hétérogène et que son épaisseur est, somme toute, faible.

Selon les zones de l'île, le karst est plus ou moins évolué. Ceci explique l'aspect bien différent des « plateaux » du Nord et de l'Est et de la zone très tourmentée des Grands Fonds.

De plus, cette table a été fracturée et gauchie. Cette tectonique a délimité plusieurs régions faciles à reconnaître :

— *Le plateau de l'angle Nord*, légèrement incliné vers le Sud-Ouest, ressemble, par suite de la formation de failles, à une sorte de gigantesque escalier à trois marches qui monte du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Dans cette zone, les collections d'eau sont des mares naturelles ou artificielles, temporaires et d'ailleurs assez clairsemées.

1. En fait, aux Antilles, on désigne sous le nom de « morne » tout relief aux pentes raides.

Source : MNHN, Paris

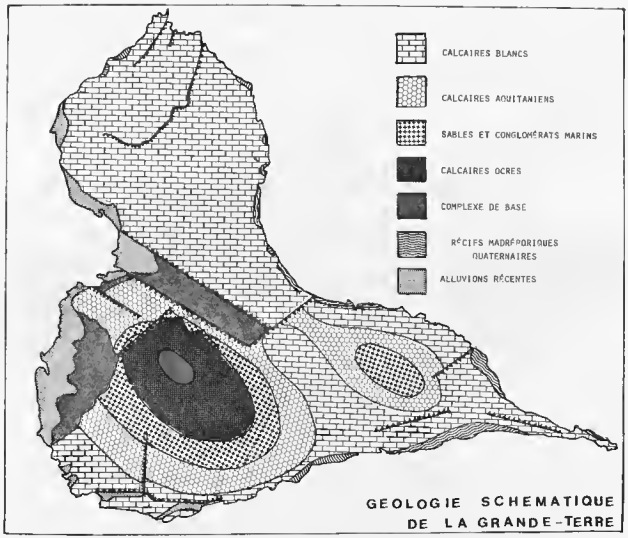

FIG. 4. — Géologie schématique de la Grande Terre d'après LASSERRE.

— *Au centre Ouest de l'île*, deux failles parallèles, courant d'Est en Ouest, encadrent un effondrement de 2 km. de large sur 12 km. de long. Cette zone est parfaitement plane, colmatée d'argile et parcourue par la Ravine des Coudes qui est le seul cours d'eau permanent de la Grande Terre. Au-delà de l'agglomération de Morne-à-l'eau, cette maigre rivière se prolonge par le canal des Rotours (qui fut autrefois creusé pour permettre le passage des barges qui transportaient la canne à sucre des champs aux moulins). Ses eaux saumâtres se jettent dans le Grand Cul-de-Sac au milieu d'une vaste mangrove, par ailleurs difficilement pénétrable.

Signalons d'ores et déjà qu'il existe sur cette rive du Grand Cul-de-Sac, d'autres canaux plus ou moins parallèles à celui-ci, plus ou moins bien entretenus depuis qu'ils ne sont utilisés que par quelques barques de pêcheurs. Tous traversent la mangrove et nous verrons ultérieurement qu'au moins dans sa frange douce, elle héberge des planorbes contaminés par *S. mansoni*.

— *L'angle Ouest est centré par la région des Grands Fonds.* Des « mornes » secs, aux pentes abruptes et convexes, semées d'éclats de calcaire, culminent à 135 m. Ils sont séparés par un dédale de dépressions

Source : MNHN, Paris

plus ou moins profondes, sinueuses, au fond colmaté d'argile de décalcification. On peut y découvrir de nombreuses dolines souvent occupées par une mare circulaire ou même des puisards de drainage au pied des versants (figure 5).

Ces Grands Fonds sont donc relativement frais et humides, verdoyants même en période sèche. Ils contrastent avec les buttes grillées de soleil où s'accrochent quelques maigres arbustes et qui les surplombent de plusieurs dizaines de mètres.

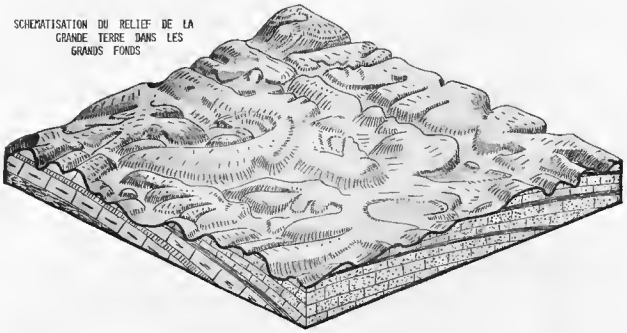

FIG. 5. — Bloc-diagramme schématisant le relief des Grands Fonds en Grande Terre.

Cette topographie étrange, hachée, qui rendait il y a encore peu de temps cette région difficilement accessible, est liée à une intense dissection karstique du manteau de corail. Cependant, et c'est une différence majeure avec les vallées sèches des zones karstiques des régions tempérées, ces Fonds permettent, au moins temporairement, l'évacuation des eaux de ruissellement à la suite d'averses particulièrement diluviennes. Cet écoulement partiel se fait alors sur toute la largeur de la vallée, vers la périphéric du massif.

En allant du centre des Grands Fonds vers le pourtour de cette zone, on voit les vallées s'élargir, confluer jusqu'à se confondre en une plaine d'argile noirâtre d'où émergent quelques buttes de calcaire représentant les reliques d'anciens « mornes ». Ainsi s'est formée la plaine des Abymes que la mangrove recouvre largement sur son littoral Nord, plus modestement sur son littoral Sud.

— *A l'angle Sud-Est de la Grande Terre*, la table calcaire s'étire et s'allonge jusqu'à la Pointe des Châteaux. Elle prend l'aspect d'une succession de plateaux ayant au plus 45 m. d'altitude, entaillés de vallées sèches, plates, où existent de vastes dolines. C'est là que se trouvent les plus grandes mares permanentes de l'île dont la plus vaste, l'Étang Cocoyer, a près de 100 m. de diamètre en période de remplissage maximum. Actuellement, depuis notre première visite à cette station en 1971, le niveau de l'eau a considérablement baissé, peut-être parce qu'il s'est produit une fuite dans le fond d'argile de la doline. C'est sans doute ainsi que s'est asséchée la Mare de l'Écluse qui était une grande collection d'eau de la même zone.

Source : MNHN, Paris

La Basse Terre (figure 6)

Ce qualificatif de « basse » n'a rien à voir avec l'altitude. C'est un terme hérité des temps de la marine à voiles qui désigne un point placé « sous le vent » par rapport à un autre point remarquable situé « au vent ». Lorsque venant d'Europe et poussé par l'alizé, le navire arrivait en Guadeloupe, il rencontrait d'abord l'île la plus orientale, la Grande Terre, avant de toucher l'île la plus occidentale. Cette dernière est donc située « sous le vent » par rapport à la Grande Terre d'où sa désignation « Basse Terre ». Pour nous qui avons perdu l'habitude de ce vocabulaire, il nous semble paradoxal que le toponyme « Basse Terre » désigne précisément celle des deux îles dont le relief est le plus élevé [1].

Le Piton de Sainte-Rose (356 m.) est le sommet le plus septentrional de la chaîne qui, grosso modo, s'élève graduellement du Nord au Sud pour dépasser 1 000 m dans le massif de la Soufrière. La partie Nord de cette chaîne est souvent dégagée des nuages et dominée par les sommets jumeaux et arrondis des Deux Mamelles (768 m) qui se détachent nettement presque au milieu de l'axe montagneux.

Dans la moitié Sud, l'altitude augmente brusquement et lorsqu'exceptionnellement, le tronc de cône de la Soufrière émerge des nuages, il ne dépasse que de peu les pitons qui l'entourent.

Plus au Sud encore, mais cette fois nettement distincts du massif culminant, se dressent le cône abrupt de la Madeleine (969 m), puis les sommets des Monts Caraïbes (687 m) qui marquent l'extrémité méridionale de l'île.

Si toute la Basse Terre est d'origine volcanique, elle est, en fait, formée d'éléments d'âges différents : anciens volcans au Nord et à l'extrême Sud, volcans récents et même actuellement actifs dans le massif de la Soufrière. Cette dernière est entrée en éruption en 1956, puis a repris une certaine activité en 1976 pour se calmer à nouveau.

Lorsque l'on regarde la carte géologique de la Basse Terre, trois grandes régions apparaissent nettement :

— *le tiers Nord-Ouest*, d'âge Miocène, comprenant surtout des coulées et des brèches andésitiques ou des coulées de labradorite ;

— *la moitié Sud*, d'âge Quaternaire au centre, Pliocène à la périphérie, où s'enchevêtrent des systèmes complexes de brèches et de coulées d'andésite ou de labradorite ainsi que des lapillis et des ponces dacitiques.

On a l'image d'une étoile multifide qui rayonne à partir du centre occupé par la Soufrière ou si l'on préfère, on peut évoquer le cliché instantané d'une explosion gigantesque.

— *les deux tiers Nord-Est*, où le complexe volcanique de base très ancien puisqu'antérieur au Miocène, a subi une altération latéritique. Les roches arrachées aux pentes ont été étalées par les torrents pour former une vaste plaine côtière où dominent les argiles rouges. Cette zone émet une sorte de pseudopode qui s'infiltre entre les massifs du Nord et du Sud jusqu'à Mahaut, village situé sur la Côte Caraïbe. C'est par là que s'insinue la seule route qui traverse la chaîne d'Est en Ouest, franchissant le col dominé par deux necks d'andésite qui sont les Mamelles de Pigeon et de Petit-Bourg.

Nous avons déjà signalé la dissymétrie entre le versant caraïbe abrupt et rocheux, et le versant atlantique où les pentes sont adoucies par les apports détritiques. Au niveau du lit même de la Grande Rivière à Goyaves on voit nettement que, sous le mince manteau d'argile, le sous-sol est formé de roches et de galets arrondis, altérés en surface et englobés dans une pâte d'argiles latéritiques rouges ou violacées. Selon les endroits, il s'agit soit de dépôts torrentiels, soit de coulées de boue, soit d'une désagrégation *in situ* du socle anté-miocène. Les hautes vallées du versant caraïbe, en particulier celles qui entaillent le massif méridional, sont très encaissées et les dépôts alluvionaires sont ici réduits à quelques minces traînées qui ont partiellement colmaté les basses vallées.

1. Nous retrouvons le même vocabulaire maritime dans l'archipel des Saintes où Terre de Bas est l'île la plus occidentale et la plus élevée en altitude alors que Terre de Haut est l'île située la plus à l'Est et la moins haute.

Source : MNHN, Paris

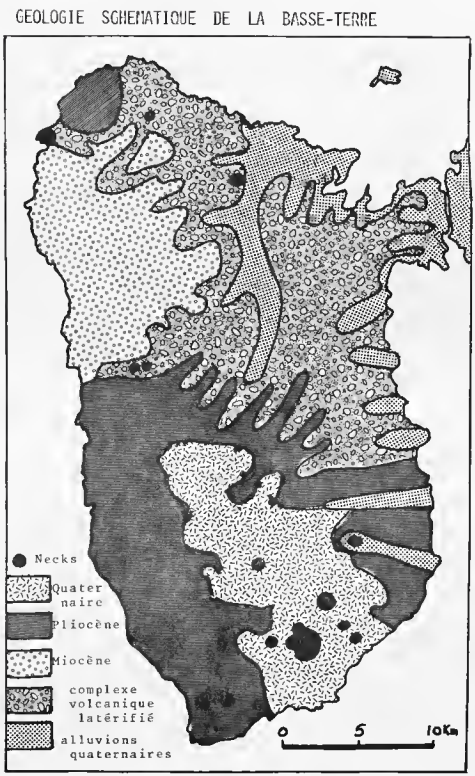

Fig. 6. — Géologie schématique de la Basse Terre d'après Lasserre.

Source : MNHN, Paris

Dans la partie orientale, entre le massif de la Soufrière et le cône de la Madeleine, l'épanchement des coulées andésitiques a barré le cours de petites rivières et formé de petits lacs. Le plus grand (qui fait environ 2 hectares et est aussi le plus facile d'accès) est le Grand Étang. C'est une nappe d'eau de forme triangulaire, profonde d'environ deux mètres, ayant plusieurs centaines de mètres de long, avec des berges largement envahies par la végétation aquatique flottante ou dressée. C'est la plus grande collection d'eau stagnante de la Guadeloupe (figure 7).

FIG. 7. — Le réseau hydrographique schématique de la Guadeloupe.

Source : MNHN, Paris

DONNÉES RÉCENTES SUR LE CLIMAT DE LA GUADELOUPE

PAR

Jean-Jacques CORRE *

En milieu tropical, comme en beaucoup d'autres régions, les conditions climatiques varient de façon non négligeable d'une année sur l'autre. Sur des périodes relativement courtes, il se manifeste des « tendances ». Si l'on doit prendre en considération des organismes à cycle biologique court : annuel ou pauciannuel, il est alors nécessaire de s'appuyer sur des données récentes propres à décrire l'environnement qui correspond à la période d'échantillonnage.

Ayant à étudier une végétation herbacée dans des milieux marécageux, nous avons ainsi été incité à entreprendre une description du climat de ces dernières années en Guadeloupe. Les travaux fondamentaux de Lasserre (1961) et de Pagney (1966) qui ont mis en évidence les caractères généraux du climat antillais et les lois qui les régissent, nous ont servi de guide pour nos interprétations.

Matériel et méthodes

Les données dont nous avons pu disposer couvrent la période 1951-1976. Malheureusement, les postes météorologiques sont très inégalement répartis. Nombreux en plaine, ils sont rares en montagne. Les périodes d'observations varient. La mise en service des postes s'étale entre 1951 et 1971. La variabilité annuelle interdit de prendre en considération les plus récents (moins de 10 ans) : l'image climatique qu'ils donnent de la station ne peut s'intégrer à celle fournie par les postes où la période d'observation est plus longue. Cette constatation confirme l'existence de ces « tendances » dont nous avions parlé plus haut.

Afin de préciser les conditions climatiques dans lesquelles nous avions fait nos observations botaniques en 1976, nous avons isolé cette année pour la comparer aux moyennes.

Toutes les données utilisées proviennent des « Documents météorologiques de la Guadeloupe » mis à notre disposition par le Service bioclimatologique de l'I.N.R.A. Elles se rapportent aux stations suivantes [1] :

Basse-Terre

A partir de 1971 : Convenance (1), Bellevue (6), Caillou (8).
A partir de 1966 : Capesterre (22), Pigeon (26).
A partir de 1956 : Grosse Montagne (14), Pointe Noire (27).
A partir de 1951 : Bellecour (2), Birmingham (3), Dupuy (4), Lamentin (5), Blachon (7), Dupré Roussel (9), Le Boyer (10), Léotard (11), Les Galbas (12), Superenzeaux (13), Sainte Rose (15), Bonhers (16), Comte de Lohéac (17), Deshaies (18), Versailles (19), Petit Bourg (20), Sainte Claire (21), Gourbeyre (23), St Claude, physique du globe (24), Cie Vieux Habitants (25),

* Laboratoire de Systématique et d'Écologie méditerranéennes, Institut de Botanique, 163, rue Auguste Broussonet, 34000 Montpellier.

1. Les chiffres entre parenthèses désignent les stations sur les cartes ou les figures.

Source : MNHN, Paris

Les Plaines (28), Neufchâteau (66), Duclos (67), St Claude (68), Basse Terre (69), Vieux Habitants (70).

Grande Terre

A partir de 1971 : Clugny (51), Ste Amélie (55).
A partir de 1966 : Courcelles (29).
A partir de 1961 : Darboussier (41), Beuthier (43).
A partir de 1951 : St François (28b), Gentilly (30), Labarthe (31), Marly (32), Montplaisir (33), Pombiray (34), Ste Marie (35), Ste Marthe (36), Ste Anne (37), Barot (38), Port Blanc (39), Bombo (40), Belle Plaine (42), Blanchet (44), Boyvinières (45), Dothémare (46), L'Écluse (47), Richeval (48), Beaufond (49), Betin (50), Duval (52), Girard (53), Philipsbourg (54), Sylvain (56), Port Louis (57), Bellevue A (58), Le Moule (59), Petit Canal (60), St François, ferme de May (61), Douville Ste Anne (62), Morne à l'Eau (63), Anse Bertrand (64), Raizet (65).

Le réseau des stations donnant les températures est très lâche (13 au total pour Basse Terre et Grande Terre). La plupart des postes météorologiques ne fournissent de renseignements que sur les pluies. Les régimes ont été comparés en nous aidant de la méthode S.T.A.T.I.S. (Structuration des tableaux à trois indices de la statistique) mise au point par l'Hermier des Plantes (1976) et appliquée aux données climatiques par l'Hermier des Plantes et Thiébaut (1977). Cette méthode permettra ici de comparer chaque station en fonction de sa pluviosité mensuelle.

Les calculs ont été faits sur ordinateur au Centre interuniversitaire de traitement de l'information de Montpellier (C.I.T.I.M.).

Caractères généraux du climat

De par sa situation géographique (16° lat. N et 61° long. W), la Guadeloupe est dotée d'un climat tropical humide caractérisé par de faibles variations saisonnières des températures et un rythme de pluviosité présentant un maximum en été et un minimum en hiver. Son caractère insulaire et sa position à l'Ouest de l'Atlantique la mettent sous l'influence des alizés d'E.N.E. humides, ce qui se traduit par une pluviosité élevée avec absence d'une saison sèche véritable. On y distinguera une côte « au vent » plus pluvieuse que la côte « sous le vent ».

Périodiquement, la Guadeloupe est traversée par des cyclones accompagnant parfois les puissantes dépressions qui se forment au sein de l'alizé pendant la saison chaude.

TABLEAU I. — Comparaison entre les moyennes des maxima (M) et des minima (m) en 1976, pour trois stations guadeloupéennes.

Stations	M mois le plus chaud	M mois le plus froid	m mois le plus chaud	m mois le plus froid	amplitude de M	amplitude de m	valeurs mensuelles M — m
St François, ferme de May (61)	30,4°	26,2°	24,6°	20,7°	4,2°	3,9°	5,2 à 6,4°
Anse Bertrand (64)	31,6°	27°	21,8°	16,7°	4,6°	5,1°	7 à 12,6°
Duclos (67)	29,3°	25,1°	22,6°	18,2°	4,2°	4,4°	6 à 7,4°

Source : MNHN, Paris

Températures

Nous ne disposions pas de moyennes, mais pour l'année 1976, les rythmes de variations des températures révèlent (tabl. I), comme il est de règle en milieu tropical, une plus grande variation entre les écarts journaliers (différences mensuelles entre M et m) qu'entre les écarts saisonniers (amplitude de M et de m).

En plaine, les variations de température d'un point à l'autre de l'île sont peu importantes et jouent certainement un rôle secondaire dans la délimitation des biotopes.

En altitude, la seule donnée que nous possédions concerne une moyenne annuelle à la Soufrière (16,7° C), aussi il n'a pas été possible d'établir une cartographie, même approximative, des températures du secteur montagneux.

Pluviosité annuelle

Grande Terre et Basse Terre diffèrent profondément quant aux quantités totales de pluies reçues. A Grande Terre (fig. 8) la pluviosité moyenne se situe entre 1 000 et 1 800 mm/an. Les zones les plus sèches sont à l'Est bien que recevant en premier les alizés. Pagney explique ce phénomène par un réchauffement de l'air marin au contact des terres. Plus vers l'intérieur la pluviosité augmente, le maximum des pluies se situe au revers du relief des Grands Fonds.

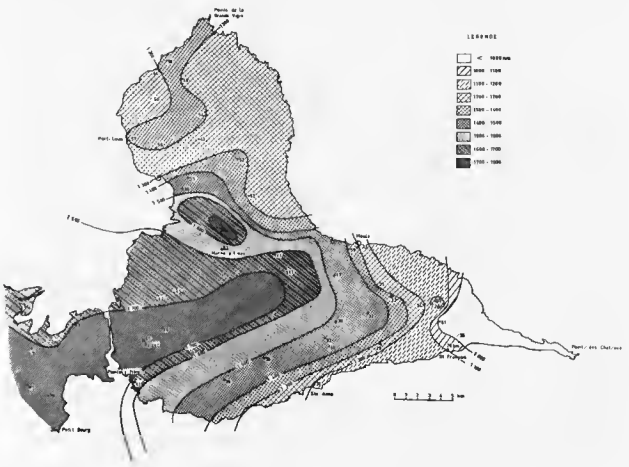

FIG. 8. — Carte de la pluviosité moyenne annuelle (1951, 1966 à 1975) en Grande Terre.

Source : MNHN, Paris

FIG. 9. — Carte de la pluviosité moyenne annuelle (1951, 1966 à 1975) en Basse Terre.

Source : MNHN, Paris

Sur la côte « au vent » de Basse Terre (fig. 9), la pluviosité annuelle moyenne se situe entre 1 700 et 10 000 mm (10 m) selon l'altitude. Elle descend à moins de 1 200 mm sur la côte « sous le vent ». Du fait de l'absence d'un réseau complet en altitude, une partie des résultats est extrapolée. Pour cela, à partir des stations de piémont on a calculé la meilleure relation entre pluviosité moyenne annuelle et altitude. En appelant y la pluviosité annuelle en mm et x l'altitude en m, on a la relation suivante pour la côte au vent :

$$y = 1567{,}68 + 7{,}608\,x \qquad \text{avec } r = 0{,}9349 \text{ pour ddl} = 13$$

ce qui correspond à une augmentation de 760 mm pour 100 m.

Pour les versants sous le vent la relation devient :

$$y = 1006{,}84 + 5{,}6081\,x \qquad \text{avec } r = 0{,}9273 \text{ pour ddl} = 5$$

ce qui correspond à une augmentation de 560 mm pour 100 m.

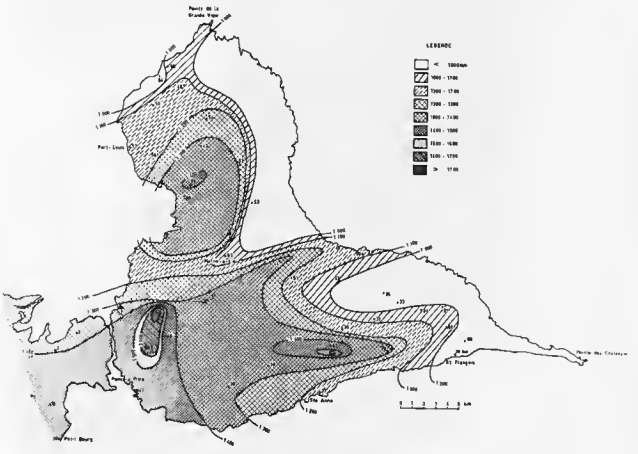

Fig. 10. — Carte de la pluviosité annuelle en 1976 en Grande Terre.

Comme le plafond de nuages se situe à au moins 1 500 m (Pagney 1966), on a admis que ces gradients étaient constants jusqu'aux plus hauts sommets. Pour le tracé des isohyètes en altitude, on a également tenu compte du dépassement habituel de la ligne de crête par les précipitations, sur la côte au vent. Enfin, la délimitation des secteurs au vent et sous le vent prend en considération le con-

Source : MNHN, Paris

tournement par les alizés des extrémités nord et sud de la barrière montagneuse. On en a d'ailleurs confirmation au Nord par le total des pluies à Deshaies (18) et par l'allure que prennent au Sud les isohyètes tracés à partir des stations de Gourbeyre (23) et Basse-Terre (69).

En 1976, la répartition des pluies est à quelques variantes près similaire (fig. 10 et 11) mais partout le total des pluies a été plus faible.

Régime saisonnier des pluies

Le régime saisonnier des pluies est relativement simple. Il est lié au balancement saisonnier du complexe des hautes pressions subtropicales. De lévrier à septembre, les totaux pluviométriques mensuels augmentent, puis diminuent pendant l'autre partie de l'année. La phase d'augmentation des pluies est plus progressive que la phase de régression. Ce rythme moyen est perturbé par une circulation atmosphérique méridienne qui s'établit au mois de mai entre le complexe anticyclonique des Bermudes et l'anticyclone des Açores. Il s'ensuit pendant ce mois une pluviosité presque partout anormalement élevée pour cette période de l'année.

Le rythme des pluies permet de distinguer deux saisons : l'hivernage d'août à novembre, chaud et humide, le carême de décembre à avril, moins chaud et plus sec.

Ce schéma correspond à une moyenne et en présente les défauts. Pour mettre en évidence et classer les nuances qu'elle peut cacher, nous avons comparé entre eux les profils de chaque station à l'aide de la méthode S.T.A.T.I.S. Les normes du programme de calcul ne permettant pas de traiter l'ensemble des stations, on décrira successivement Grande-Terre puis Basse-Terre.

En Grande-Terre les moyennes mensuelles montrent, à l'exception de Ferme de May (61) et Beuthier (43), un regroupement de toutes les stations en un seul laisceau (fig. 12A). La projection dans le plan des deux premiers rélérentiels y est bonne puisqu'elle rend compte de 83 à 100 % de leur distance à l'origine. Tontelois pour Douville (62) et Ferme de May (61) il n'en est pas ainsi, la distance projetée n'étant respectivement que de 55 % et de 40 %. Cet éloignement du plan de projection traduit le caractère original du régime de ces deux stations. Pour les autres, puisque les différences angulaires entre les segments reliant leur position à l'origine sont faibles, on peut en conclure à une grande similitude des régimes. La longueur des segments est liée au volume des pluies annuelles. D'après ce critère, deux groupes peuvent être individualisés [1]. L'analyse de leurs régimes révèle qu'à la plus grande pluviosité s'ajoute cependant une différence de contraste entre la saison humide et la moins arrosée (fig. 12A et B).

La représentation des différentes stations en 1976 (fig. 12C) montre une plus grande diversité des régimes, mais l'éventail de leur position ne permet pas d'isoler des groupes et donc de faire apparaître une classification.

Si l'on compare les stations telles qu'elles se classent d'après le régime de 1976, puis d'après le régime moyen (fig. 12A et C), on n'observe aucune relation significative. Ceci sous-entend soit le caractère exceptionnel de 1976, soit le fait que les moyennes ne traduisent que des tendances plus ou moins discrètes.

En Basse-Terre, les moyennes mensuelles révèlent des régimes plus variés. Sur la figure 12B trois faisceaux apparaissent. Le faisceau II correspond à Domaine Duclos (67), à flanc de montagne sur la côte au vent. La projection de ce point sur le plan n'est pas très bonne puisqu'elle ne rend compte que de 60 % de la distance exacte à l'origine, ce qui confirme l'originalité de son régime. Le faisceau III correspond aux stations de piémont et de plaine sur la côte au vent. La projection des points est bonne puisqu'elle rend compte de 87 à 98 % (moyenne 92 %) de la distance exacte à l'origine.

La station de Cie Vieux Habitants (25) qui est sur la côte sous le vent semble appartenir à ce laisceau. Il s'agit certainement d'une apparence car sa projection ne rend compte que de 75 % de sa distance vraie à l'origine.

Dans ce laisceau, deux groupes apparaissent en fonction de la distance à l'origine. Le groupe IIIa correspond à des stations situées au Nord et au Sud de l'île, le groupe IIIb réunit les stations médianes.

1. Douville (62) ne peut être pris en considération car sa projection dans le plan est mauvaise.

Source : MNHN, Paris

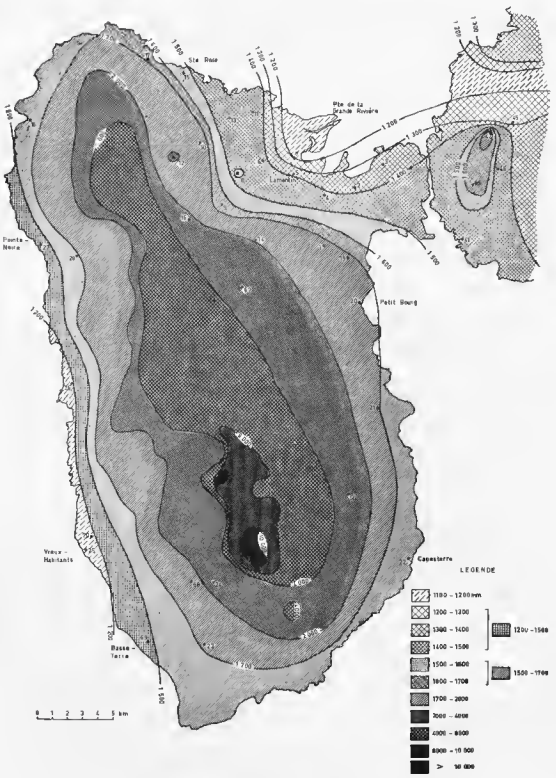

FIG. 11. — Carte de la pluviosité annuelle en 1976 en Basse Terre.

Source : MNHN, Paris

Le faisceau IV rassemble les stations situées sur la côte sous le vent. Les points 23 et 24 correspondent aux stations à flanc de montagne (Gourbeyre et St Claude). Leur projection est bonne : elle rend compte de 96 et 97 % de leur distance à l'origine. Les points 18, 26 et 27 (Deshaies, Pigeon, Pointe Noire) appartiennent à la côte sous le vent. Leur projection est un peu moins bonne, car elle ne rend compte respectivement que de 85, 83 et 70 % de leur distance à l'origine. Le décalage par rapport au plan d'origine qui est ainsi traduit est un nouvel argument pour découper le faisceau en deux parties : a et b.

Pour 1976, les données aux alentours de la Soufrière manquent, de ce fait nous ne disposons plus des seuls postes nous renseignant sur les versants sous le vent. Sur la figure 12D, qui rend compte de la répartition des autres postes, les stations de Cie Vieux Habitants (25) et de Pigeon (26), situées sur la côte sous le vent, sont très mal représentées puisque leur position sur le plan de projection lié aux deux référentiels ne rend compte respectivement que de 44 et 19 % de leur distance à l'origine. Par là même, elle montre le caractère singulier de leur régime. Pour les autres stations, la projection est relativement bonne, rendant compte de 78 à 100 % de ces mêmes distances (moyenne 90,7 %).

Trois faisceaux peuvent être individualisés. Le faisceau VI correspond au faisceau II de la figure 12B. Il s'y ajoute Bellecour (2) situé dans la plaine au vent. Le faisceau VII rassemble les stations du faisceau IIIb de la figure 12B, le faisceau VIII rassemble les stations du faisceau IIIa de cette même figure. Les stations de la côte sous le vent ne forment pas une unité distincte, même si leur projection est bonne. On les retrouve dans les faisceaux VII et VIII.

Dans ce schéma, Sainte Claire (21) s'isole en raison d'un enregistrement particulièrement élevé des pluies pendant le mois d'octobre.

Afin de situer les régimes de Grande-Terre par rapport à ceux de Basse-Terre, nous avons comparé les stations du faisceau I à celles du faisceau IIIa et à la moyenne de Cie Vieux Habitants (25) dont les régimes sont à première vue les plus proches. La figure 13 donne les résultats de cette comparaison. Les projections sont bonnes puisqu'elles rendent compte de 92 à 100 % des distances à l'origine. Cie Vieux Habitants (25) fait cependant exception avec 79 % ; l'originalité de son régime lié à sa position sur la côte sous le vent est donc confirmée.

Les deux faisceaux se distinguent nettement sauf en ce qui concerne Capesterre (22) qui rejoint le faisceau Ib. Avant de conclure sur l'importance des différences entre ces deux types de régime, il y a lieu de remarquer l'élargissement du faisceau I par rapport à sa représentation sur la figure 12A. Ce phénomène est dû à ce que l'ensemble des stations que l'on a comparées est moins diversifié que celui représenté sur la figure 12A, aussi peut-on penser que si l'on avait pris en compte la totalité des stations de Grande-Terre, l'écart entre I et III aurait été réduit et par là même la distinction moins sensible.

A partir de cette analyse il est possible de réaliser une cartographie des régimes pluviométriques (fig. 14). La légende comprendra 7 familles de régimes pluviométriques dont nous donnons dans le tableau II la terminologie et la correspondance avec les faisceaux de la figure 12.

Les régimes de plaine s'établissent sur Grande-Terre et la côte sud et nord de Basse-Terre. Leur rythme saisonnier est régulier. En appelant y la hauteur mensuelle de la pluie en mm et x le n° du mois, la progression moyenne des pluies de mars à septembre répond à une équation du type

$$y = ax + b$$

et la régression de septembre à mars du type

$$y = -a'x + b'$$

dans lesquelles $|a'|$ est toujours supérieur à $|a|$.

Les valeurs prises par a et a′ caractérisent le contraste entre l'hivernage et le carême et permettent de distinguer le régime que nous appelons atténué et le régime contrasté.

Source : MNHN, Paris

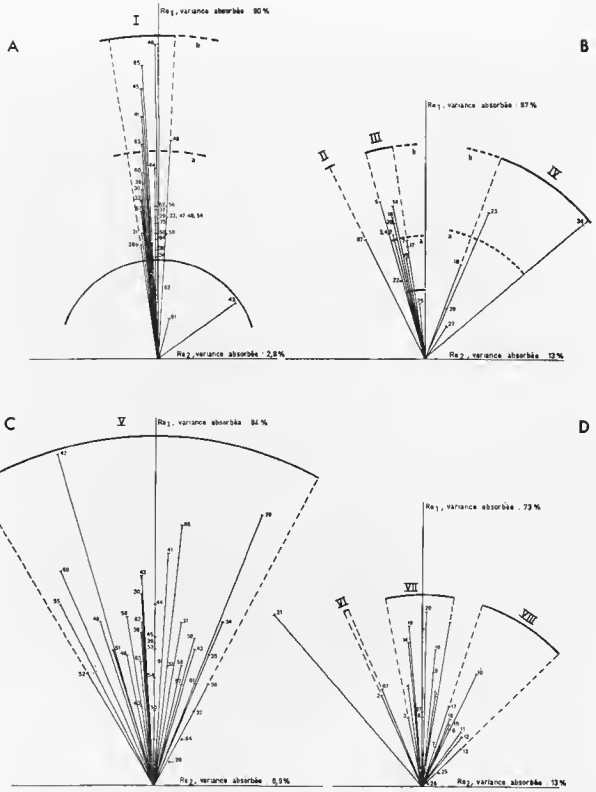

FIG. 12. — Situation dans le plan des 2 premiers référentiels, calculés selon la méthode S.T.A.T.I.S., des régimes de pluviosité en Guadeloupe. Les calculs ont été faits de façon indépendante pour chaque schéma. L'ordre de numérotation des faisceaux est arbitraire.

A. — régimes moyens à Grande Terre, période 1951, 1966 à 1975. Variance totale absorbée $Re_1 + Re_2$: 92,8 %.

B. — régimes moyens à Basse Terre, période 1951, 1956 à 1975. Variance totale absorbée $Re_1 + Re_2$: 80 %.

C. — régimes à Grande Terre en 1976. Variance totale absorbée $Re_1 + Re_2$: 90,9 %.

D. — régimes en Basse Terre en 1976. Variance totale absorbée $Re_1 + Re_2$: 86 %.

Source : MNHN, Paris

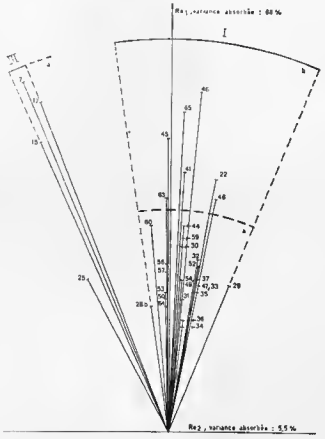

FIG. 13. — Situation dans le plan des 2 premiers référentiels calculés selon la méthode S.T.A.T.I.S. des régimes de pluviosité en Guadeloupe. La numérotation des faisceaux est identique à celle de la figure 12. Comparaison entre les régimes de stations de Grande Terre et de Basse Terre. Variance totale absorbée $Re_1 + Re_2$: 93,5 %.

TABLEAU II. — Dénomination des régimes de pluviosité classés selon la méthode S.T.A.T.I.S.

Type de régime	appartenance aux faisceaux de la figure 12
Régime atténué de plaine	faisceau I a
Régime contrasté de plaine, type 1	faisceau I b
Régime contrasté de plaine, type 2	faisceau III a
Régime de piémont au vent	faisceaux II et III b
Région de montagne sous le vent	faisceau IV b
Régime de la côte sous le vent, type 1	faisceau IV a
Régime de la côte sous le vent, type 2	station de Cie Vieux Habitants (25)

Régime atténué de plaine (fig. 15A)

Les valeurs de |a| sont inférieures à 20, celles de |a'| inférieures à 25, ce qui correspond à une progression de la pluviosité de moins de 20 mm/mois, puis une diminution de moins de 25 mm/mois.

Source : MNHN, Paris

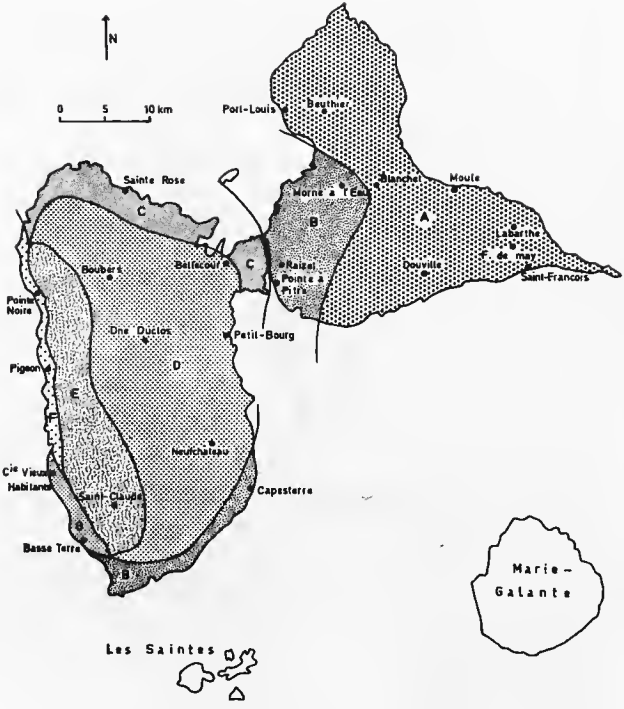

Fig. 14. — Régimes de pluviosité en Guadeloupe.

A. — régime atténué de plaine.
B. — régime contrasté de plaine type 1.
C. — régime contrasté de plaine type 2.
D. — régime de piémont au vent.
E. — régime de versant de montagne sous le vent.
F. — régime de basse altitude de la côte sous le vent type 1.
G. — régime de basse altitude de la côte sous le vent type 2.

Source : MNHN, Paris

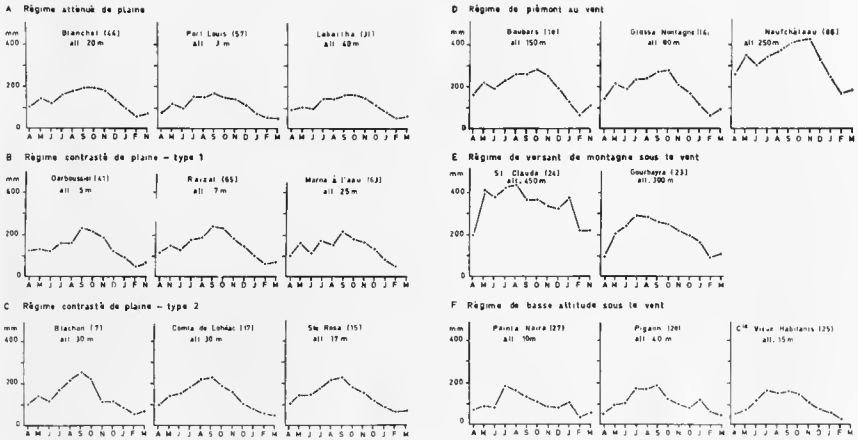

FIG. 15. — Profils mensuels des pluies pour les différents régimes. L'année commence en avril.

Source : MNHN, Paris

Il s'agit de valeurs moyennes qui ne tiennent pas compte du paroxysme de mai et d'une rémission presque toujours observable en août.

Toute l'île de Grande-Terre à l'exception de la partie sud-ouest, sous le vent par rapport aux Grands Fonds, est intéressée par ce régime (fig. 14).

Dans l'aire correspondant à ce régime quelques stations comme Douville (62), Beuthier (43) et Ferme de May (61) présentent des profils plus ou moins irréguliers (fig. 16 a, b, c) mais avec des écarts entre maxima et minima mensuels peu importants.

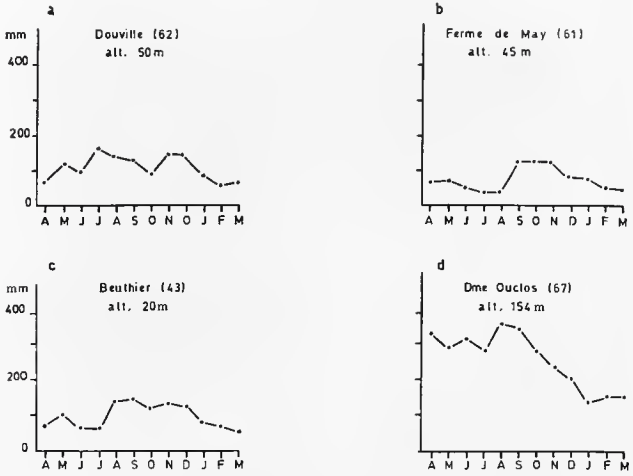

Fig. 16. — Profils mensuels des pluies pour quelques régimes de caractères particuliers. L'année commence en avril.

Régimes contrastés de plaine (fig. 15B et C)

Les valeurs de |a| sont supérieures à 20 et celles de |a'| comprises entre 25 et 35, ce qui correspond à une progression de plus de 20 mm/mois, puis une diminution comprise entre 25 et 35 mm/mois.

Ce régime intéresse la partie sud-ouest de Grande-Terre, la côte sud-est de Basse-Terre (type 1) et la partie nord de Basse-Terre (type 2).

Dans le type 1 (fig. 15B) la progression des pluies pendant l'hivernage est ralentie au mois d'août par une rémission que l'on n'observe jamais dans le type 2 (fig. 15C).

Source : MNHN, Paris

Régime de piémont au vent (fig. 15D)

Le creux de pluviosité est bien marqué pendant le carême, mais il est de courte durée. La décroissance des pluies en fin d'hivernage est brutale. $[a'_1]$ est supérieur à 35. En mars-avril on assiste à une rapide recrudescence des pluies qui se continue à un rythme plus lent jusqu'en octobre. La station de Domaine Duclos (67) est un cas particulier de ce type de régime. Le total mensuel y atteint des valeurs proches du maximum dès le mois d'avril (fig. 16d).

Régime de versant de montagne sous le vent (fig. 15E)

Pour le caractériser, on ne dispose que des stations de St Claude (24) et de Gourbeyre (23). Plusieurs paroxysmes peuvent marquer la saison pluvieuse qui culmine en juillet-août. A partir du maximum la régression des pluies est lente, le retour des pluies brutal.

Régime de basse altitude de la côte sous le vent (fig. 15F)

La tranche d'eau reçue est faible. Il se remarque par une arrivée relativement précoce et brutale des pluies. Le maximum se situe en juillet et septembre. Comme pour le régime de montagne sous le vent, la phase de régression est plus douce que la phase de progression. Dans le type 1 (Pointe Noire, Pigeon), elle est souvent interrompue par une recrudescence en janvier. Dans le type 2 (Cie Vieux Habitants), la recrudescence des pluies en janvier ne se remarque pas, par contre la saison pluvieuse se prolonge jusqu'en octobre.

Conclusions

La topographie joue un rôle de premier plan dans la pluviosité annuelle en Guadeloupe. Sur la côte au vent, le maximum des précipitations se situe en septembre-octobre avec une progression dans la saison pluvieuse plus lente que la régression en fin d'hivernage. Au voisinage de la barrière montagneuse, la saison des pluies s'accentue en début d'hivernage mais le carême reste relativement sec, ce qui renforce le contraste entre les deux saisons.

Sur la côte sous le vent, la saison des pluies est plus précoce avec un maximum en juillet-août. Au contraire de la côte au vent, la décroissance à partir de ce maximum est lente alors que le retour des pluies est brutal. La saison sèche y est interrompue par une recrudescence en janvier.

Ces caractères traduisent une tendance qui ne se manifeste pas forcément chaque année. En 1976, année plus sèche que la moyenne, les nuances que l'on pouvait attendre en Grande-Terre ont été plus diffuses. Par contre, les nuances que l'on avait observées à Basse-Terre sur le piémont au vent sont demeurées apparentes, sinon renforcées. Ceci tend à montrer l'importance des facteurs géographiques dans la détermination des régimes à Basse-Terre alors que le climat de Grande-Terre serait plus sous la dépendance des aléas de la circulation atmosphérique.

Remerciements

Le présent travail a pu être mené à bien grâce à l'aide du professeur J.-A. Rioux et de son laboratoire qui ont assuré l'organisation et le financement des missions sur place, le service de recherches agronomiques Antilles-Guyane qui a mis à notre disposition la documentation de base.

Mon collègue B. Thiébaut du laboratoire de systématique et géobotanique méditerranéennes m'a aidé dans l'utilisation du programme de calcul et a bien voulu relire et critiquer le manuscrit. Ses remarques m'ont été particulièrement utiles pour affiner les interprétations.

Les dessins ont été réalisés au laboratoire par Mme Passama.

Que tous veuillent bien trouver ici l'expression de ma reconnaissance.

Source : MNHN, Paris

LA FLORE DE LA GUADELOUPE ET EN PARTICULIER LA FLORE AQUATIQUE

PAR

Jacques FOURNET *

La Guadeloupe appartient à l'empire floristique néotropical ou NEOTROPIS et présente de très notables différences, de ce point de vue, avec les pays tropicaux de l'Ancien Monde.

L'origine de la flore de la Guadeloupe, comme de celle de toutes les Petites Antilles, est extrêmement complexe. Quels que soient les processus géologiques, encore controversés, qui ont amené leur formation, il est certain que la plupart de ces îles n'ont pu héberger « définitivement » une vie terrestre qu'à une époque assez tardive que l'on situe, généralement, au Pleistocène. Comme les formes de vie que l'on y trouve actuellement ont toutes une origine beaucoup plus ancienne, il est certain qu'elles ont pris naissance ailleurs.

L'étude des affinités phytogéographiques semble indiquer que la plupart des plantes de Guadeloupe sont originaires des Grandes Antilles (surtout Porto-Rico) et, dans une moindre mesure, du Nord de l'Amérique du Sud. Mais comme la flore des Grandes Antilles tire, elle-même, son origine plus lointaine de l'Amérique du Sud, souvent par le chemin de l'Amérique Centrale, on peut dire que presque toutes les plantes de Guadeloupe sont ou bien venues d'Amérique du Sud ou bien issues, de façon plus ou moins directe, de plantes de cette région du Globe.

Les transports ont eu lieu peu à peu, au cours des âges, sous l'influence de facteurs naturels (vents, courants marins, oiseaux migrateurs, etc...). Cependant, au cours de ces transports d'île en île, beaucoup d'espèces ont évolué et ont, progressivement, donné naissance à des variétés, ou même à des « espèces-filles ». Cela explique que l'on trouve souvent, d'une île à l'autre, des espèces très voisines mais endémiques. L'homme a, peu à peu, envahi les Petites Antilles, venant surtout de la région des Guyanes, au cours du premier millénaire de notre ère. Puis la « découverte » de l'Amérique a amené sa colonisation par les Européens, ensuite l'occupation majoritaire des Petites Antilles par les Noirs africains ; enfin, au cours du XIX^e^ siècle, ont été importés des travailleurs volontaires en provenance de la Péninsule indienne. Ces importants mouvements de population se sont fatalement accompagnés de l'introduction de nombreuses espèces végétales exotiques. Actuellement, pour environ 1 700 plantes indigènes (ou supposées telles) à la Guadeloupe (nous n'envisageons ici que les Phanérogames), on compte environ 1 100 espèces introduites, alimentaires, médicinales, sacrées, ornementales, etc... Parmi ces 1 100 espèces introduites, environ 350 se sont naturalisées et se comportent, de nos jours, comme des indigènes.

Nous nous bornerons ici à présenter, de façon assez succincte et générale, les grandes zones de végétation que l'on peut distinguer à la Guadeloupe ; puis nous insisterons davantage sur la flore des points d'eau, essentiellement celle des mares.

* Institut National de la Recherche Agronomique, Domaine Duclos, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe.

Source : MNHN, Paris

LES GRANDES ZONES DE VÉGÉTATION DE LA GUADELOUPE

Dans un territoire aussi réduit, mais aux conditions naturelles de relief, de sol et de climat extrêmement variées, la notion de zone de végétation recouvre presque celle d'étage de végétation, car les facteurs essentiels sont, en fait, l'altitude et l'exposition.

La flore indigène est extrêmement variée et riche. On compte environ une espèce par kilomètre carré alors qu'en métropole nous avons une espèce pour 200 kilomètres carrés. Les 1 700 plantes indigènes appartiennent à 150 familles (soit, en moyenne, 11 espèces par famille). Les familles les plus importantes par le nombre d'espèces *indigènes* sont, dans l'ordre :

— les Graminées : 125 ; les Orchidées : 100 ; les Composées : 92 ; les Cypéracées : 87 ; les Euphorbiacées : 80 ; les Papilionacées : 71 ; les Rubiacées : 68 ; les Pipéracées : 64 ; les Myrtacées : 48 ; les Convolvulacées : 42 ; les Mélastomacées : 40 ; les Malvacées : 39 ; les Solanacées : 34 ; les Mimosacées : 33 ; les Broméliacées : 30 ; les Césalpiniacées : 28 ; les Lauracées : 26 ; les Boraginacées : 25 ; les Malpighiacées : 23 ; les Verbénacées : 22 ; les Aracées : 21 ; les Amaranthacées : 20.

Au total 15 % des familles renferment environ 65 % des espèces indigènes (soit 76 % des Monocotylédones et 62 % des Dicotylédones). Les familles restantes ne comprennent, en moyenne, que 5 espèces indigènes. Trente six familles ne comptent qu'une espèce indigène.

On peut schématiquement regrouper la végétation de la Guadeloupe en 5 grands ensembles :

— le littoral
— la forêt sèche ou xérophile
— la forêt dense moyenne ou mésophile
— la forêt dense humide ou hygrophile
— les formations d'altitude

LE LITTORAL

Nous regroupons dans ce chapitre les plages, les rochers et falaises, la mangrove.

A. — Les plages

Elles constituent un milieu extrêmement pauvre, sec, soumis à l'action du vent et des embruns. Seules quelques plantes, adaptées à la sécheresse, peuvent se satisfaire de ces conditions. Elles sont, en général rampantes, leurs feuilles et leurs tiges sont épaisses et succulentes, leur système racinaire est très développé. Signalons surtout la Patate bord-de-mer (*Ipomoea pes-capreae*), le Pois-sabre bord-de-mer (*Canavalia maritima*), le Pourpier bord-de-mer (*Sesuvium portulacastrum*) et l'Amaranthe bord-de-mer (*Philoxerus vermicularis*). Plus loin du rivage, on trouve souvent une végétation d'arbrisseaux plus ou moins nanifiés et couchés par le vent : l'Oseille bord-de-mer (*Suriana maritima*), Prune bord-de-mer (*Scaevola plumieri*), le Romarin blanc ou gris (*Mallotonia gnaphalodes*). Cette bande fait défaut sur les plages très fréquentées, où l'on passe directement à la végétation arborée ou arborescente avec le Raisinier bord-de-mer (*Coccoloba uvifera*), le Mancenillier (*Hippomane mancinella*) de plus en plus rare de nos jours car on le détruit en raison de sa toxicité, et un arbuste naturalisé, le Catalpa (ou plutôt Calpata ou Calfata) (*Thespesia populnea*). Cette zone compte très souvent aussi des Cocotiers (*Cocos nucifera*) et des Amandiers-pays (*Terminalia catappa*), ces deux espèces étant introduites et naturalisées.

Source : MNHN, Paris

B. — Les rochers et falaises

Ce sont des milieux aux conditions très sévères où la végétation a du mal à se maintenir. On trouve là des Bois-lait (*Euphorbia articulata*), le Romarin bord-de-mer (*Strumpfia maritima*), des Bois-flambeau ou Bois-chandelle (*Erithalis fruticosa* et *E. odorifera*), la liane sèche (*Ernodea littoralis*), la Violette bord-de-mer (*Eupatorium integrifolium*), le Frangipanier (*Plumieria alba*), le Tiraille ou Marguerite bord-de-mer (*Borrichia arborescens*), de nombreuses petites plantes assez crassulentes et plus ou moins appliquées contre la roche (*Lithophila muscosa*, *Pectis humifusa*, *Borreria ocymifolia* var. *dussii*, *Euphorbia spp. Cassia obcordata* etc...) et, surtout sur roche volcanique, le grand Cierge (*Cephalocereus nobilis*).

C. — La mangrove

C'est en quelque sorte une forêt amphibie, spéciale aux pays tropicaux. On la trouve dans toutes les zones littorales inondables non sableuses. La mangrove proprement dite ou mangrove maritime, pousse dans l'eau de mer ou l'eau saumâtre, ou sur des sols inondables et fortement salés. Plus en arrière, dans les zones marécageuses, où l'eau est douce ou à peine salée, on trouve une autre formation, bien différente, appelée mangrove palustre ou lacustre, encore que ces termes soient sans doute inadéquats. Ce type de formation est assez caractéristique des tropiques américains. La succession « idéale », à partir du front de mer, est la suivante :

1. — *Zone à* Rhizophora mangle *ou rhizophoretum*. Ce Mangle Rouge pousse tout à fait en bordure de mer et, le plus souvent, les pieds dans l'eau. Ses très nombreuses racines-échasses ramifiées, qui descendent des plus hautes branches, lui donnent son aspect très particulier et bien reconnaissable, même de loin. La racine de l'embryon se développe alors que le fruit est encore sur l'arbre et peut atteindre une trentaine de centimètres. Ces « torpilles » pendantes sont également très caractéristiques. Lorsque le fruit tombe, la radicule se fiche dans la vase comme une fléchette.

2. — *Plus en arrière*, on observe souvent un mélange, en proportions différentes selon les lieux de :

— *Laguncularia racemosa*
— *Avicennia germinans* (= *A. nitida*)

Ces deux espèces, qui font d'ailleurs parfois défaut, se caractérisent par leurs racines qui émettent des pneumatophores, au rôle encore assez mal connu.

3. — *Plus en arrière encore*, et en général sur sol non-inondé et assez solide, on trouve le *Conocarpus erecta*, que l'on reconnaît à ses petits fruits ressemblant à ceux du Cyprès ou du Thuya. Comme pour les deux espèces précédentes, la présence du *Conocarpus* est assez inconstante.

4. — *Si l'arrière-mangrove n'est pas suffisamment plate* pour héberger la « mangrove palustre », le transect se termine par une étroite bande d'une grande fougère, *Acrostichum aureum* et l'on passe ensuite, en quelques mètres, soit à la forêt sèche ou à l'une ou l'autre de ses formes de dégradation, soit à des cultures ou des prairies.

5. — *S'il existe une « mangrove palustre »*, le passage de la mangrove maritime à ce nouveau type de formation, passage qui correspond à un changement rapide de la salinité du substrat, se fait également en quelques mètres et est particulièrement spectaculaire.

Alors que la mangrove maritime ne comprend guère que les quatre espèces végétales indiquées plus haut, on passe très vite à une zone où l'on peut dénombrer une centaine d'espèces et le faciès général change par l'apparition de l'espèce caractéristique, et d'ailleurs dominante, le Mangle-rivière (*Pterocarpus officinalis*), grand arbre à contre-forts. Les épiphytes et les lianes deviennent très nombreuses, on note en particulier la présence de l'Ananas-bois (*Tillandsia utriculata* surtout), de la Liane-à-crabes

Source : MNHN, Paris

(*Cydista aequinoctialis*) et de la Liane-à-lait (*Rhabdadenia biflora*). Le *Philodendron giganteum* et l'*Anthurium grandifolium* ne sont pas rares. Souvent on peut observer les grosses boules parasites d'une Loranthacée, le *Psittacanthus martinicensis*. Le sous-bois est constitué surtout de Sunabao (*Pavonia scabra*), de Malanga-gratter ou Malanga-rivière (*Montrichardia arborescens*), de Siguine ou Canne-brûlante (*Diffenbachia seguine*), de Bois-lait (*Tabernaemontana citrifolia*) et de plusieurs espèces de Graminées (surtout *Echinochloa polystachya*, *E. pyramidalis* et *Panicum condensum*).

6. — *Vers l'intérieur des terres*, (figure 17), la forêt à *Pterocarpus*, très dense, se termine très brusquement en formant comme un mur. Très souvent cependant, l'hydromorphie du sol ne cesse pas aussi brusquement et l'arrière-mangrove palustre est constituée, très généralement, soit d'un marécage littoral herbacée, soit d'une prairie humide. Nous verrons plus loin, en détail, les caractéristiques floristiques des marécages. Quoi qu'il en soit, il existe presque toujours une bordure, souvent étroite, de la Grande Fougère Dorée (*Acrostichum aureum*) à l'orée de la forêt à *Pterocarpus* vers l'intérieur des terres.

Signalons que dans beaucoup d'endroits, la mangrove à *Pterocarpus* est utilisée de façon très extensive pour la culture du Madère (*Colocasia esculenta*).

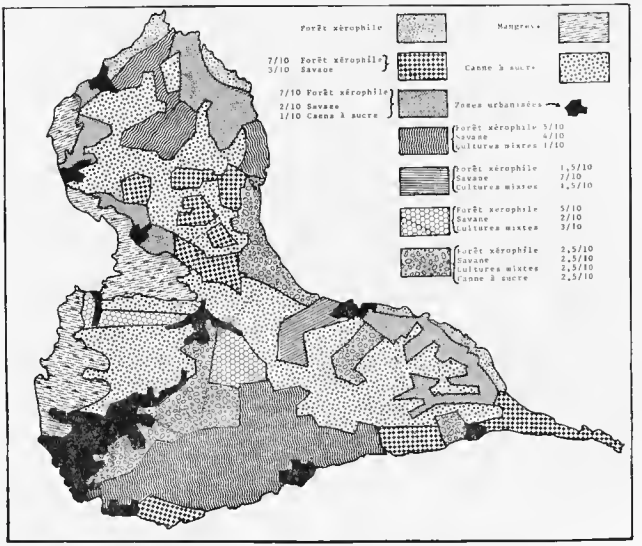

FIG. 17. — Schématisation des paysages végétaux en Grande Terre.

Source : MNHN, Paris

D. — La forêt sèche

Avant la venue de l'homme, elle couvrait presque toutes les zones où la pluviométrie est inférieure à 1 800 mm. par an, sauf, peut-être, dans les zones sub-arides où les steppes à Cactées sont sans doute climaciques.

Taillée, abattue, défrichée et brûlée pour les besoins de l'agriculture, de l'urbanisation et pour fournir du charbon de bois, cette forêt ne subsiste plus guère, de nos jours, qu'à l'état de lambeaux, le plus souvent très dégradés, sur les sols les moins bons ou les plus difficilement accessibles.

Les principales espèces qui la composaient, et que l'on retrouve çà et là sont : le Poirier-pays (*Tabebuia heterophylla*), le Gommier rouge (*Bursera simaruba*), le Mapou gris (*Pisonia subcordata*), le Griffe-de-chat (*Pithecellobium unguis-cati*), le Bois-canelle (*Canella winterana*), le Bois-bracelet (*Jacquinia arborea*), le Bois-de-boux (*Comocladia dodonaea*), le Bois-gligli (*Bucida buceras*), l'Acomat (*Dipholis salicifolia*), le Petit-bouis (*Bumelia obovata*), le Quinquina caraïbe (*Exostemma caribaeum*), le Bois-marbré (*Gymnanthes lucida*), et, en certains endroits, le Gaïac (*Guajacum officinale*) qui a pratiquement disparu de nos jours.

Sur sol volcanique (Côte sous le vent), les espèces dominantes étaient, outre le Poirier et le Gommier rouge, comme sur sol calcaire, le Bois-savonette (*Lonchocarpus benthamianus*), l'Acajou-senti (*Cedrela mexicana*), le Bois-de-rose (*Cordia alliodora*), le Galba (*Calophyllum calaba*) et le Courbaril (*Hymenaea courbaril*). La plupart de ces espèces, quel que soit le sol sur lequel elles poussent, perdent tout ou partie de leurs feuilles pendant la saison sèche. Ces feuilles sont petites ou moyennes, jamais très grandes, ce qui marque l'adaptation à la sécheresse.

Les formes de dégradation de la forêt sèche sont très nombreuses. Nous ne citerons ici que les principales, qui apparaissent plus ou moins rapidement après l'abandon des cultures :

— Savanes herbeuses à *Dichantium caricosum* sbsp. *annulotum* et sbsp. *caricosum*, surtout sur sol calcaire.

— Savanes semi-arborées à Ti-baumes (*Croton balsamifer* et *Lantana involucrata*).

— Savanes semi-arborées à épineux où l'on trouve surtout des Acacias (*Acacia tortuosa* et *A. macracantha*) et le Ti-coco (*Randia aculeata*).

— Forêt secondaire formée essentiellement de Campêche (*Haematoxylon campechianum*), de Millefeuille (*Xanthoxylum spinifex*), d'Olivier-pays (*Byrsonima lucida*), de Merisier-pays (*Schaefferia frutescens*) et de Ti-bonbon (*Crossopetalum rhacoma*).

— Le Monval ou Tamarin hâtard (*Leucaena leucocephala*) se trouve presque partout.

Sur les sols volcaniques de la Côte sous le vent, les formes de dégradation de la forêt sèche sont principalement :

— Savanes herbeuses à *Themeda quadrivalvis* (espèce introduite et naturalisée, actuellement en extension) et à *Hyptis suaveolens* ; cette association se trouve surtout dans la zone la plus aride de la Côte sous le vent, entre Baillif et Bouillante.

— Savanes semi-arborées à *Croton-Lantana* ou à *Acacia-Randia*, comme sur sol calcaire.

— Forêt secondaire ou fourrés à *Mimosa ceratonia, Acacia riparia, A. muricata, A. tamarindifolia, Croton corylifolius* et *Tecoma stans*. Dans les zones littorales, surtout sur sol calcaire, il faut ajouter deux autres formes de dégradation très fréquentes, mais de surface réduite, en général :

— dans les endroits secs, des brousses à Caniques (*Caesalpinia bonduc* et *C. ciliata*), arbrisseaux diffus à gousses épineuses ;

— dans les endroits, plus ou moins inondables en cas de fortes pluies, ainsi qu'aux alentours des mares, des prairies à *Axonopus compressus* et *Cynododactylon*. Ce point sera développé avec la flore aquatique.

Terminons en indiquant que dans les endroits plus secs, on trouve des steppes à Cactées (surtout à *Opuntia spp.*), dont certaines sont sans doute climaciques, et à *Calotropis procera*, espèce africaine naturalisée.

Source : MNHN, Paris

E. — La forêt mésophile

Nous passons là dans le domaine de la forêt dense. La forêt mésophile est de type tropical, c'est-à-dire que la saison sèche a une influence sur elle. Certaines des espèces qui la constituent perdent leurs feuilles pendant la saison sèche (le Carême) et fleurissent à la reprise des pluies. Les lianes et épiphytes sont plus nombreux qu'en forêt xérophile, mais beaucoup moins abondants qu'en forêt hygrophile. Ce type de formation, que l'on rencontre dans les endroits où la pluviométrie annuelle est comprise entre 1 800 et 3 000 mm, a considérablement régressé depuis le début de la colonisation. C'est aujourd'hui le domaine des grandes cultures de bananiers et de cannes à sucre. Actuellement, il ne subsiste de cette forêt qu'une étroite couronne, d'ailleurs discontinue, bordant la forêt dense humide (ou hygrophile), quelques petits bosquets épars, le plus souvent très dégradés, et des forêts galeries, également dégradées, le long des rivières.

Les espèces principales sont ici le Mauricif ou Bois-tan (*Byrsonima coriacea spicata*), le Bois-gligli (*Buchenavia capitata*), le Bois d'Inde (*Pimenta racemosa*), le Pois doux poilu (*Inga ingoides*), le Pois doux rivière (*Inga laurifolia*), le Bois-diable (*Margaritaria nobilis*), le Ti-coco (*Rhyticocos amara*), le Mahot-grandes-feuilles (*Cordia sulcata*), le Merisier-grandes-feuilles (*Eugenia trinervia*), le Pripri ou Balsa (*Ochroma pyramidale*), le Graine-bleue (*Symplocos martinicensis*), le Merisier (*Eugenia lambertiana*), les Petites-feuilles (*Myrcia splendens*), essentiellement.

L'ensemble des plantes ligneuses de la forêt mésophile (arbres, arbustes et lianes ligneuses) comprend 158 espèces, dont 78 (soit 49 %) communes avec la forêt hygrophile.

Les formes de dégradation de la forêt mésophile sont assez nombreuses, mais le schéma général est assez simple :

— les bosquets de forêt primaire dégradée (c'est-à-dire n'ayant jamais été défrichée) sont très rares. On peut les distinguer par le fait que certaines espèces introduites et naturalisées, comme le Bambou, le Manguier, l'Arbre à pain, la Pomme-rose ne s'y trouvent pas, ou ne s'y trouvent qu'à la périphérie. Ces bosquets ont été dégradés par l'exploitation du bois (combustibles, piquets, etc...) mais n'ont très vraisemblablement jamais été coupés à blanc ;

— la plupart des bosquets résiduels, en zone mésophile, sont secondaires, c'est-à-dire qu'il s'agit de bois de repousse après défrichement pour la culture, puis abandon de cette culture ;

— en cas d'abandon de cultures arbustives, sur les anciennes « habituées » (cultures vivrières plantées sur des zones gagnées par brûlis sur la forêt de montagne), on aboutit progressivement à des bois où les espèces introduites citées précédemment ainsi que les Cacaoyers, les Caféiers et les Cocotiers ne sont pas rares ;

— en cas d'abandon de cultures de Canne à sucre ou de Bananiers, la série progressive vers le sub-climax est très généralement la suivante :

a. — Savanes herbacées où dominent les adventices et les postculturales banales habituelles (petites herbes en général).

b. — Savanes herbacées et sous-arbustives à *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, *Anatherum bicorne*, *Schizachyrium condensatum*, *Pterolepis glomerata*, *Trimeza martinicensis*, *Heliconia psittacorum*, *Borreria laevis*, *Mimosa pudica*.

c. — Savanes semi-arborées à *Psidium guajava*, *Chrysobalanus icaco* et *Mimosa pigra*. L'apparition du *Miconia laevigata* marque souvent le passage au stade suivant.

d. — Savanes arborées à *Miconia laevigata*, *Miconia impetiolaris*, *Bellucia grossularioides* (naturalisé).

e. — Bosquets de type déjà forestier à *Miconia mirabilis* et *Cecropia peltata*.

f. — Colonisation progressive, et en général très lente, par les arbres caractéristiques de la forêt mésophile. Ceux qui s'installent le plus vite sont *Cordia sulcata*, *Margaritaria nobilis*, *Inga ingoides*. Très souvent le Manguier et la Pomme-rose, disséminés par l'homme, se sont installés beaucoup plus précocement.

Source : MNHN, Paris

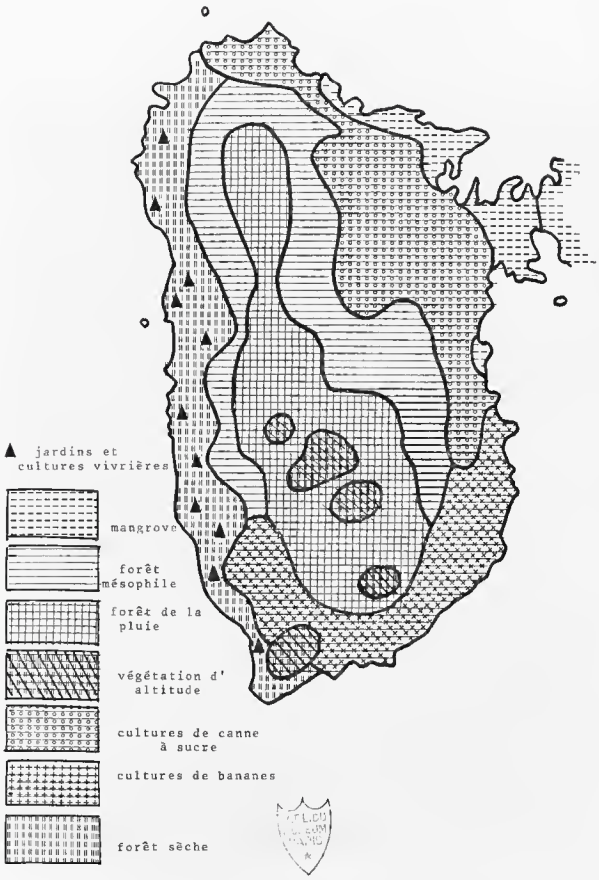

Fig. 18. — Schématisation des formations végétales en Basse Terre.

Source : MNHN, Paris

Les forêts-galeries présentent un curieux mélange d'arbres descendus de la forêt hygrophile à la faveur du microclimat humide des rives (*Swartzia caribaea*, *Lonchocarpus pentaphyllus*, *Chimarrhis cymosa*), d'espèces de la zone mésophile (*Inga laurifolia*, *Cordia sulcata*, *Chrysophyllum argenteum*), d'espèces caractéristiques de ce biotope rivulaire (essentiellement *Dalbergia monetaria*) et d'espèces exotiques plus ou moins naturalisées (Bambous, Pomme-rose (*Syzygium jambos*) et Manguier (*Mangifera indica*).

F. — La forêt hygrophile (figure 18)

Cette formation, encore appelée forêt dense humide ou forêt de la pluie (*rainforest* des auteurs anglo-saxons), est un milieu extrêmement riche, et certainement le plus intéressant pour le botaniste. On y compte 263 espèces ligneuses, dont 78 communes avec la forêt mésophile (soit seulement 30 %) ; 28 espèces de très grands arbres, 177 d'arbres de taille moyenne, 87 d'arbustes ou de grands arbrisseaux, 31 de lianes ligneuses de très grandes dimensions.

Il s'agit d'une formation de type sub-équatorial, correspondant à une pluviométrie annuelle supérieure à 3 000 mm en général. Ses caractères essentiels sont les suivants :

— organisation de la végétation en strates superposées bien individualisées ;
— absence presque totale d'essences caducifoliées ;
— chevauchement des époques de floraison, relative fréquence des espèces à floraison et fructification presque continues ;
— très grande hétérogénéité des espèces végétales présentes (4 espèces par famille en moyenne) ;
— hétérogénéité des peuplements selon les lieux ;
— présence d'arbres de très grande taille (25 m et plus), présentant souvent de robustes contreforts ou racines-échasses à la base ;
— très grande abondance des lianes et épiphytes (nombreuses espèces endémiques parmi les Pipéracées, les Orchidacées et les Broméliacées épiphytes) ;
— relative faiblesse de la strate herbacée et suffrutescente, du fait de l'obscurité du sous-bois ;
— adaptation physiologique des espèces à un milieu constamment humide et relativement chaud, ainsi qu'à l'obscurité (ombre du sous-bois accentuée par la forte nébulosité) : feuilles très grandes et acuminées fréquentes, très riches en chlorophylle, etc...

En raison de la très grande richesse en espèces signalée précédemment, nous ne citerons ici que les principales dans chaque strate :

ARBRES DOMINANTS, dont la cime s'étale largement au soleil à plus de 25 mètres au-dessus du sol :

Châtaigniers-pays et Acomat-bouean (*Sloanea* spp.), Gommier blanc (*Dacryodes excelsa*), Mapou-baril (*Sterculia caribaea*), Résolu (*Chimarrhis cymosa*), Cachiman-montagne (*Guatteria caribaea*), Magnolia (*Talauma dodecapetala*), Bois-rouge-carapate (*Amanoa caribaea*), Palétuvier jaune (*Symphonia globulifera*), Laurier-mabonne (*Phoebe falcata*), Bois-mille-branches (*Licania ternatensis*), Caeonnier (*Dussia martinicensis*), Graine-verte (*Meliosma pardonii*).

ARBRES DOMINÉS, à cime étroite, dépassant rarement 20 mètres.

Nombreuses Lauracées (*Phoebe* spp., *Nectandra* spp., *Ocotea* spp., *Endlicheria* spp.), Myrtacées (*Calyptranches forsteri*, *Myrcia deflexa*, *M. leptoclada*, *M. fallax*, *Eugenia* spp., *Gomidesia lindeniana*), Bois-casse-rose (*Marila racemosa*), Tamarin sauvage (*Pithecellobium jupunba*), Bois-mahler (*Swartzia caribaea*), Savonette-rivière (*Lonchocarpus pentaphyllus*), Bois-de-l'ail (*Cassipourea guianensis*), Côtelette rouge (*Miconia trichotoma*), Côtelette noire (*Tapura latifolia*), Figuier-petites-feuilles (*Ficus perforata*), Acajou blanc (*Simaruba amara*), l'Encens (*Protium attenuatum*), Bois-eassant (*Rudgea citrifolia*), Bois-bander (*Richeria grandis*) .

Source : MNHN, Paris

ARBUSTES ET GRANDS ARBRISSEAUX : Nombreuses Pipéracées (*Piper* spp.), Mélastomacées (*Miconia* spp., *Clidemia* spp. et *Conostegia* spp.), Bois-senti (*Hedyosmum arborescens*), Langue-à-bœuf (*Ouratea longifolia*), Composées (*Clibadium erosum*, *Eupatorium mononeurum* et *E. dussii*), Urticacées (*Boehmeria ramiflora*, *Urera caracasana*), Myrsinacées (*Rapanea* spp., *Conomorpha peruviana*, *Stylogyne lateriflora*), Trompette-à-canon (*Didymopanax attenuatum*), Rubiacées (*Gonzalagunia spicata*, *Cephaëlis swartzii*, *Psychotria berteroana*, *P. antillana*, *Palicourea riparia*, *Ixora ferrea*), Solanacées (*Cestrum* spp.), Gesneriacées (*Besleria lutea*, *Gesneria ventricosa*), Fougère-bâtard (*Phyllanthus mimosoides*), Bois-fricassé (*Sebastiana hexaptera*).

GRANDES LIANES LIGNEUSES : *Sarchorhachis incurva*, *Pinzona coriacea*, *Maregravia umbellata*, *M. linearis*, *Symphysia racemosa*, *Gonocalyx similacifolius*, *Connarus grandifolius*, *Schnella excisa*, *S. splendens*, *Coccoloba dussii*, *C. ascendens*, *Paullinia vespertilio*, *Hillia parasitica*, *Schradera vahlii*, *Solandra grandiflora*, *Schlegelia axillaris*.

ÉPIPHYTES : *Clusia rosea*, Broméliacées (*Tillandsia* spp., *Guzmania* spp., *Catopsis* spp., *Aechmaea* spp.), Orchidées (très nombreux genres), Pipéracées (*Peperomia* spp.), Aracées (*Philodendron giganteum*, *Anthurium acaule*, *A. grandifolium*),

FOUGÈRES, MOUSSES et *HÉPATIQUES* : Les Fougères arborescentes (des genres *Cyathea*, *Metaxya* et *Cnemidaria*), ainsi que le Palmiste-montagne (*Prestoea montana*, longtemps appelé *Euterpe globosa*), contribuent, avec l'abondance des lianes et des épiphytes, à donner à la forêt hygrophile son aspect si particulier de « forêt-vierge ».

Mais elle n'a de « vierge » que l'aspect car elle a été exploitée sur sa plus grande surface et, depuis longtemps, explorée et pénétrée pour le reste. Sa superficie totale actuelle est de 36 500 hectares. On peut considérer qu'elle comprend trois parties, assez difficiles à distinguer sans une analyse floristique minutieuse :

— *La forêt primaire*, qui n'a jamais été exploitée (cueillette et chasse exceptées)..... environ 12 000 ha.
— *La forêt primaire dégradée* par l'exploitation forestière..... environ 18 000 ha.
— *La forêt secondaire de repousse* sur anciens défrichements..... environ 6 000 ha.

Signalons que sur les 28 000 ha. de forêt domaniale (presque exclusivement hygrophile), environ 3 500 ha. de Mahoganis (*Swietenia macrophylla* espèce introduite et cultivée) ont été plantés à l'heure actuelle aux dépens de la forêt secondaire, mais aussi de la forêt primaire dégradée. Le programme est de 7 500 ha. alors qu'initialement il était de 12 000 ha. Il est bien évident que pour le milieu biologique (et surtout végétal), il ne s'agit plus de forêt mais d'un milieu artificiel au même titre que les plantations de bananiers.

Vers 1 000 mètres d'altitude (ou plus bas en cas d'exposition au vent), la forêt hygrophile s'appauvrit et les arbres se rapetissent très rapidement. Certaines espèces des formations d'altitude apparaissent. C'est ce qu'on appelle *la forêt rabougrie d'altitude* ou forêt de transition (Portecop). L'une des espèces les plus caractéristiques est ici le Laurier-rose (*Podocarpus coriaceus*).

G) Les formations d'altitude

Plus haut encore, la végétation devient encore plus basse. Les arbustes et arbrisseaux ne gardent une certaine vigueur que dans les creux ou les endroits relativement abrités du vent.

ÉTAGE A Clusia mangle ou Clusietum.

Dans ce premier étage, immédiatement au-dessus de la forêt rabougrie, on observe en abondance le Mangle-montagne (ou Z'arcade), c'est-à-dire *Clusia mangle*, qui donne à toute cette zone son aspect

Source : MNHN, Paris

assez monotone, rappelant la mangrove à *Rhizophora*. En dehors des peuplements denses de *Clusia*, on rencontre le Fuchsia-montagne (*Charianthus alpinus*), divers *Miconia* aux feuilles coriaces et parfois roulées « en cuiller » (*M. vulcanica*, *M. coriacea*, *M. globulifera*), de grosses touffes en boule en Trompette-à-canon (*Didymopanax attenuatum*) que l'on trouve déjà en forêt mais avec un port tout différent, le Cacao-montagne (*Ternstroemia obovalis*), le Bois-vert (*Ternstoemia oligostemon*), le Bois-z'anoli (*Freziera undulata*), le Bois-tan-montagne ou Bois-siffleur (*Weinmannia pinnata*), la Grande Violette (*Eupatorium trigonocarpum*), le Graine bleue des Hauts (*Cephaëlis axillaris* ou *Psychotria aubletiana*).

Le tapis herbacé ou sous-arbustif comprend surtout des Graminées (*Isachne rigidifolia*), des Orchidées (*Brachionidium sherringii*), des Rosacées (*Rubus rosaefolius*), des Pipéracées (*Peperomia tenella*), le Thym-montagne (*Tibouchina ornata*), la Violette (*Viola stipularis*), une Cypéracée à feuille d'Iris (*Machaerina restioides*), ainsi que deux autres Cypéracées plus « traditionnelles » (*Rhynchospora longiflora* et *R. polyphylla*), le seul jonc indigène (*Juncus guadeloupensis*) et de nombreuses touffes de *Psychotria guadeloupensis* (terrestre ici alors qu'il est épiphyte en forêt dense), et, enfin, surtout sur les rochers, le *Philodendron giganteum*.

AU-DESSUS DE cet étage à Clusia, les arbustes deviennent très rares ; seuls subsistent le *Didymopanax attenuatum*, presque jusqu'au sommet des montagnes, le *Freziera undulata* et le *Weinmannia pinnata*. Les espèces les plus caractéristiques deviennent des Lobéliacées (*Lobelia flavescens* surtout) et des Broméliacées (*Pitcairnia bifrons* et *Guzmania plumieri*). On trouve également, çà et là, le *Prestoea montana*, palmier réduit ici à une taille de 50 à 75 cm (alors qu'il atteint 12 à 15 m en forêt dense), et des peuplements assez denses de deux Orchidées : *Epidendrum patens* et *E. dendrobioides*. Dans l'étage à *Clusia* et au-dessus, les Lycopodes sont très nombreux.

Tout au sommet des montagnes, on rencontre l'étage des Sphaignes (ou tourbière d'altitude ou *Sphagnetum*), assez pauvre en espèces. Couchée sur la mousse, on rencontre souvent la Myrtille des hauts (*Gaultheria sphagnicola*).

LA VÉGÉTATION DES LIEUX AQUATIQUES

1. — En zone sèche et en arrière mangrove

Abords — prairies humides ou inondables par forte pluies

Si le point d'eau étudié est situé dans une zone basse, et en particulier près du littoral, il est très généralement situé dans une prairie inondable ou, au moins, fraîche et humide. A partir de l'eau et en s'en éloignant, le transect est très généralement le suivant (espèces poussant sur le bord même du point d'eau exceptées, que nous envisagerons à part un peu plus loin) :

— *sur le sol boueux* qui entoure ou qui borde souvent le point d'eau, on trouve quelques exclusives ou électives, telles que *Bacopa monnieri*, qui forme souvent un tapis dense parsemé de fleurs d'un blanc-mauve, *Paspalum distichum* et *P. vaginatum*, *Heliotropium curassavicum*, *Ammania latifolia* et *A. baccifera*, *Echinodorus berteroi*, enfin, parfois *Eleocharis mutata* et *E. interstincta*.

— *sur sol frais ou humide mais solide*, on trouve, dominantes, des Graminées, surtout *Axonopus compressus* et *Cynodon dactylon*, des Cypéracées (*Eleocharis mutata* et *E. interstincta*), quelques électives comme *Hydrocotyle umbellata*, *Caperonia palustris*, parfois *Lippia stoechadifolia*, et aussi de nombreuses espèces des régions pluvieuses ou des sols frais ou humides : *Wedelia trilobata*, *Commelina diffusa*, *Cassia obtusifolia*, *Echinochloa colonum*, *Ludwigia octovalvis* ; on trouve aussi très souvent un grand arbrisseau, le Banglin (*Mimosa pigra*).

— *sur sol plus sec*, en îlot surélevé ou en bordure, le cortège se modifie nettement, surtout par l'apparition d'espèces de « savane » sèche, mais aussi d'espèces s'accommodant bien de l'eau à faible

Source : MNHN, Paris

profondeur dans le sol. On observe ici surtout *Dichantium caricosum* sbsp. *annulatum*, *Paspalum conjugatum*, *Abildgaardia ovata*, *Eleusine indica*, *Chloris sp.*, *Cassia obtusifolia*, *Lippia spp.*, *Borreria laevis* et *B. asperula*, *Mimosa pudica*, *Sida acuta*, *Eclipta alba*.

— *Enfin on rejoint progressivement la « savane » sèche typique*, où la strate herbacée est le plus souvent constituée de *Dichantium caricosum* sbsp. *annulatum*, *Abildgaardia monostachya*, *Cassia occidentalis*, etc... Les arbrisseaux et les arbustes comprennent très généralement les espèces caractéristiques de la dégradation de la forêt sèche : *Leucaena leucocephala*, *Acacia spp.*, *Croton flavens*, *Lantana involucrata*, *Haematoxylon campechianum*.

Marécages

Presque exclusivement littoraux, les marécages sont le plus souvent situés en arrière de la mangrove palustre, qui se termine très brusquement, en « mur », vers l'intérieur, et qui est souvent bordée, ainsi qu'il a déjà été dit, par une étroite bande de Grande Fougère Dorée (*Acrostichum aureum* et *A. danaeifolium*).

La végétation de ces marécages est souvent très monotone et relativement homogène sur une grande surface. L'espèce dominante est presque toujours une Cypéracée, le plus souvent *Cladium jamaicense* ou *Rhynchospora corymbosa*, qui peuvent toutes les deux former des peuplements purs très denses et très étendus. Çà et là, on trouve des pieds isolés ou de petites colonies d'autres Cypéracées : *Mariscus ligularis*, *Fuirena umbellata* (très reconnaissable par son chaume à section pentagonale), *Eleocharis mutata* et *E. interstincta*, *Cyperus elegans*, *Eleocharis geniculata*, *Fimbristylis ferruginea*, *F. cymosa*. Les autres familles sont relativement peu représentées : Papilionacées (*Sesbania sericea*), Pontédériacées (*Eichhornia crassipes*), Nymphéacées (*Nymphaea ampla*), Aracées (*Montrichardia arborescens*), Oenothéracées (*Ludwigia octovalvis*, *L. erecta*, *L. leptocarpa*, *L. hyssopifolia*) Graminées (*Echinochloa guadeloupensis*). Le *Pentodon pentandrus*, Rubiacée africaine récemment naturalisée, est en expansion en certains endroits.

La bordure du marécage est très souvent marquée par des peuplements denses d'une grande Graminée, *Hymenachne amplexicaulis*, et par un liseré de petites Graminées à la floraison rare (*Paspalum distichum* et *P. vaginatum* que l'on trouve rarement en mélange) ou par des peuplements presque purs d'Herbe de Para (*Brachiaria purpurascens* et *Eriochloa polystachya*, souvent confondus). Çà et là, on rencontre souvent, toujours en bordure du marécage, le Cachiman-cochon ou Mamin (*Annona glabra*), ainsi que le Mangle-croc-à-chien (*Drepanocarpus lunatus*).

Mares

A l'exception peut-être de quelques mares des Grands Fonds, les mares de Grande Terre sont toutes artificielles. Elles ont été creusées au cours des temps (on en creuse encore) pour les besoins en eau de l'homme et des animaux domestiques.

La végétation de ces mares est assez pauvre quant au nombre d'espèces, mais son étude est assez difficile en raison de très grandes variations de composition floristique que l'on constate d'une mare à l'autre. Ces variations ne peuvent guère s'expliquer par des différences dans les facteurs du milieu ; ces différences (sol, exposition, etc...) semblent trop peu importantes dans le domaine étudié ici. Deux explications, d'ailleurs compatibles voire complémentaires, nous semblent devoir être retenues :

— A partir de sa création, une mare évolue, en se comblant peu à peu par l'accumulation de débris végétaux et de particules de terre au moment des fortes pluies. Il est probable qu'il existe une « série » dans les associations végétales de ces mares. Ce que nous observons à un instant donné, c'est un ensemble de mares qui sont à des stades différents de la série, c'est-à-dire à des moments d'évolution différents. Ce point mériterait une étude détaillée mais de longue haleine (10 à 15 ans certainement).

Source : MNHN, Paris

— Toutes les espèces, ou presque, que l'on rencontre dans les mares, sont de puissantes colonisatrices, qui envahissent très vite l'espace disponible, interdisant ainsi, pratiquement, l'installation des autres : « c'est la première arrivée qui gagne ». Le même phénomène peut sans doute intervenir plusieurs fois au cours de l'histoire de la mare car l'espèce dominante peut être éliminée soit après une longue période de sécheresse aboutissant à l'assèchement progressif de la mare, soit à l'occasion d'un recreusement ou d'un simple curage. L'espèce qui se développe alors peut parfaitement être différente de la précédente, en raison même de la nature du mécanisme mis en jeu.

Dans ces conditions, on ne peut guère donner que la liste des espèces que l'on peut rencontrer, en distinguant tout au plus les types biologiques.

— Espèces entièrement submergées, tapissant le fond de la mare. Il s'agit essentiellement de Characées (des genres *Chara* et *Nitella*) et d'Hélobiées : Naiadacées (*Naias guadalupensis*) ; Hydrocharitacées (*Hydromystria stolonifera* et parfois *Elodea densa*, introduite).

— Espèces flottantes non-racinées au fond de l'eau : Chance ou Laitue d'eau (*Pistia stratiotes* (Aracée), Lemnacées (*Lemna valdiviana, L. perpusilla, Wolffia lingulata*, et, sans doute, *Spirodella polyrhiza*, espèce très cosmopolite), Pontédériacées (*Eichhornia crassipes*).

— Espèces érigées, racinées au fond de l'eau : Cypéracées très nombreuses, *Rhynchospora corymbosa, Cyperus alopecuroides*, très commune de nos jours mais signalée comme très rare par Duss, *Eleocharis mutata* (tige triangulaire) et *E. interstincta* (tige cylindrique pseudoseptée), *Cyperus luzulae, C. virens, Fuirena umbellata* ; Papilionacées (*Sesbania sericea, Aeschynomene sensitiva*) ; Œnothéracées (*Ludvigia spp.* déjà citées), Graminées (*Hymenachne amplexicaulis*, surtout sur le bord sauf si la mare est très peu profonde).

Espèces à feuilles ou tiges flottantes, mais racinées au fond de l'eau : Nymphaeacées (*Nymphaea ampla* est l'espèce de loin la plus commune de cette famille), Convolvulacées (*Ipomoea aquatica* espèce originaire d'Asie du Sud-Est, déjà citée par Duss dans son introduction (p.xix) sous le nom d'*Ipomoea palustris* mais oubliée dans le corps de son ouvrage) ; Menyanthacées (*Nymphoides indica*).

Espèces diffuses, racinées au fond de l'eau : Pompon jaune (*Neptunia plena*) ; Polygonacées (*Polygonum punctatum, P. acuminatum, P. densiflorum* (= *portoricense*) et, surtout sur le bord de la mare, *Paspalum distichum* et *Paspalum vaginatum* [1], ainsi, parfois, que *Commelina diffusa*.

2. — En zone pluvieuse

A de rares exceptions près, on retrouve ici, en ce qui concerne la flore proprement aquatique, c'est-à-dire les plantes qui poussent dans, sur ou au fond de l'eau, les mêmes espèces que celles déjà citées pour les zones sèches, avec, sans doute, une prédominance de *Pistia stratiotes* et des *Polygonum*. Le cas du Grand Étang est typique à cet égard. La grande différence provient des abords, qui sont en général peu différenciés de la végétation mésophile ou hygrophile normale dans ces milieux. Le seul point notable est, très souvent, l'abondance des fougères en bordure des points d'eau, ce qui n'existe pas en Grande Terre (mis à part l'*Acrostichum aureum*). D'autre part, lorsque le point d'eau est situé dans une « savane » déjà humide, on note la présence, dans cet entourage, de plusieurs espèces que l'on ne trouve guère en zone sèche (*Centella asiatica, Nepsera aquatica, Fimbristylis dichotoma, Lindernia rotundifolia, L. crustacea, Kyllinga spp., Salvia occidentalis, Phenax sonnerati, Coleus blumei, Hedychium coronarium*) ; ainsi qu'un arbre, la Pomme-rose, introduit et naturalisé (*Syzygium jambos*), typique des associations de forêt rivulaire en zone mésophytique. Une Graminée se remarque particulièrement dans ce type de milieu : *Coix lacryma-jobi* (Graine-Job).

1. Certains auteurs contemporains appellent *P. distichum* : *P. paspalodes* et *P. vaginatum* : *P. distichum*. La controverse bat son plein ; nous en restons à la nomenclature traditionnelle. Le *P. vaginatum* est également arénicole, et souvent confondu avec le *Sporobolus virginicus*.

Source : MNHN, Paris

LES GRANDES ÉTAPES DE L'ENQUÊTE

PAR

YVES J. GOLVAN

LA PROSPECTION ET LA CARTOGRAPHIE DES GÎTES

Cette phase initiale constituait, en quelque sorte, la prise de contact avec le milieu naturel de Guadeloupe dont nous ignorions pratiquement tout. Il fallait tenter de voir les paysages non pas avec les yeux et la psychologie du touriste, mais avec le regard et les préoccupations très spéciales du naturaliste. C'est un point de vue tout à fait particulier qui apparaît comme une « étrange déformation de l'esprit » à celui qui, ne possédant pas ce don inné, observe le comportement du naturaliste sur le terrain.

Pendant plusieurs mois, nos équipes vont parcourir en tous sens les deux îles, pour recenser et noter sur les cartes tous les gîtes d'eau douce, faire un premier inventaire de la faune et de la flore qu'ils abritent, récolter les mollusques et les parasites qu'ils hébergent (figure 19).

En priorité, ce sont des problèmes de systématique précise qui se posent dans une enquête écologique. Pour ce qui concerne la détermination des mollusques, le travail fut confié au Laboratoire de Malacologie de B. SALVAT et, plus spécialement, à J. P. POINTIER. Au fur et à mesure des récoltes, tous les mollusques d'une même espèce, réunis par lots d'une dizaine d'individus, furent testés en vue de la collecte des cercaires qu'ils pouvaient éventuellement émettre. Dans de nombreux cas, il fallut recourir à des tests individuels d'émission. Ce sont surtout les laboratoires de COMBES et EUZET qui déterminèrent ces Trématodes et tentèrent d'en débrouiller les cycles évolutifs.

Les facteurs physiques et chimiques devaient être étudiés de façon continue pendant l'année entière. Chaque équipe prenait le relais de celle qui la précédait de façon à éviter les hiatus dans les mesures. Nous eûmes, autant que possible, recours à des enregistrements en continu des facteurs physiques tels que la température ou le pH.

Les analyses chimiques furent, tout au moins dans un premier temps, faites sur le terrain grâce à un matériel portatif permettant la mise en évidence des ions les plus courants et même leur dosage avec une approximation suffisante. Ce ne fut que lorsqu'un contrôle plus précis s'avéra nécessaire que nous eûmes recours à des analyses de type classique nécessitant l'emploi d'un équipement lourd mis en œuvre dans un laboratoire fixe.

La Guadeloupe fut divisée en une dizaine de grands secteurs. Dans chaque secteur, nous prospections de façon plus approfondie les stations qui nous apparaissaient comme les plus représentatives tout en étant les plus faciles d'accès. Pour chaque station nous établissions une fiche sur laquelle étaient portées les caractéristiques topographiques, physiques, chimiques, faunistiques et floristiques, accompagnées d'une photographie « d'identité » de la station. Toutes les observations ultérieures relatives à chacune de ces stations furent portées sur les fiches correspondantes.

De plus nous avons imposé la rédaction d'un compte rendu journalier à chaque responsable d'équipe qui écrivait ce « pensum » sur un gros registre qu'il confiait religieusement à son successeur.

Source : MNHN, Paris

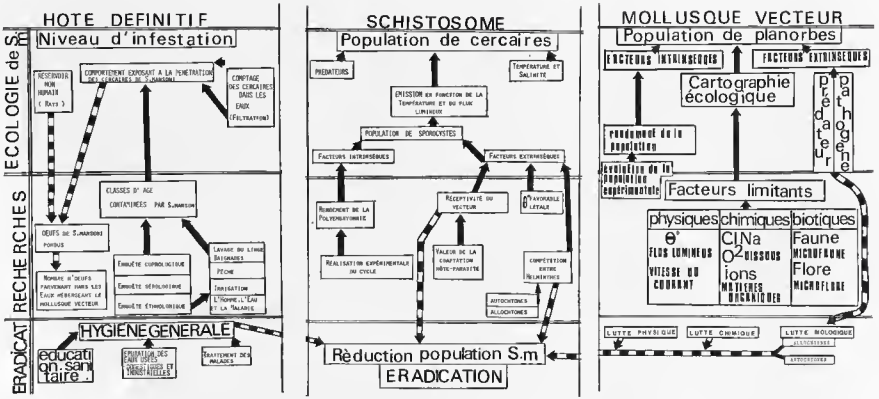

FIG. 19. — Plan initialement établi pour la conduite de l'enquête écologique.

Source : MNHN, Paris

Cette méthode des comptes rendus quotidiens écrits est celle que nous avions adoptée dès notre première enquête d'écologie épidémiologique sur les foyers de peste du Kurdistan iranien de 1958 à 1960. Elle s'est toujours révélée extrêmement précieuse car elle fixe et date les moindres observations de terrain qui, sans cette précaution, seraient perdues. Elle constitue un document irremplaçable lorsque l'on passe de la phase analytique à la phase synthétique de l'enquête et crée un lien entre les différentes équipes. Elle facilite grandement les rédactions des résultats.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE GÎTES

Cette prospection, qui dura près d'une année, vint confirmer et préciser les constatations faites lors de la mission exploratoire de 1971. Elle permit de classer les gîtes des mollusques aquatiques en plusieurs types très faciles à caractériser :

I. — Les rivières torrentueuses de la Basse Terre

Ce sont des rivières permanentes dont le type est la Grande Rivière à Goyaves et son réseau d'affluents ou la Rivière Beaugendre. Le cours est rapide, le lit encombré de gros cailloux arrondis qui sont soit des cailloux roulés, soit des nodules ayant résisté alors que le reste de la roche-mère se délitait en se latérifiant et était éliminé par l'eau.

La plupart du temps, ces rivières débitent une eau très claire qui se précipite en bouillonnant ou, au contraire, s'étale paresseusement selon la configuration du lit. Pourtant, cette rivière si aimable est parfois sujette à des crues d'une extrême brutalité. Il suffit d'une pluie abondante sur la ligne de crêtes pour que l'eau devienne d'abord trouble, puis, en quelques dizaines de minutes, monte parfois de plusieurs mètres. Le flot ocre ou rougeâtre charrie des branches ou même d'énormes troncs d'arbres qui viennent s'accumuler contre les ponts ébranlés et souvent emportés par la crue. Quelques heures plus tard, tout rentre dans l'ordre, la rivière redevient limpide et peu profonde jusqu'au prochain orage dans la montagne.

On conçoit aisément que ces torrents n'aient guère de végétation aquatique dans leur lit ou le long de leurs berges. C'est à peine si l'on trouve, de-ci de-là, quelques maigres touffes de roseaux ou de carex qui réussissent à s'accrocher dans la concavité d'un méandre.

En dehors du lit principal existent des bras accessoires qui ne sont à flot que lors des crues. Ces « exutoires » temporaires comportent, par endroits, des bassins résiduels stagnants.

De plus, en certains points privilégiés parfois dissimulés par une abondante végétation herbacée, on découvre des suintements plus ou moins importants dans l'épaisseur des berges.

Plus on s'élève vers la source de ces torrents et plus le terrain devient accidenté. On quitte la zone de cultures de canne ou de banane, on pénètre dans la forêt de plus en plus dense au fur et à mesure que l'on s'élève. Tandis que le débit de la rivière diminue, le lit est de plus en plus souvent coupé par une cascade qui a creusé au-dessous d'elle une vasque parfois profonde de plus d'un mètre. Ces vasques d'eau claire et fraîche semblent inviter le promeneur à se baigner. Elles sont effectivement, au moins pour les plus accessibles d'entre elles, très fréquentées par les enfants ou les « promeneurs du dimanche » en quête de baignades. Les autres, situées loin des routes, que l'on n'atteint qu'après une marche pénible, par des pentes très raides encombrées de végétation enchevêtrée, baignant dans l'atmosphère moite d'une serre chaude, permettent aux chasseurs et aux forestiers de se rafraîchir. Mais surtout elles constituent pour les pêcheurs d' « écrevisses » (*Macrobrachium* divers avec surtout le grand *M. carcinus* appelé ici Ouassou) un endroit rêvé pour y tendre leurs nasses en lattes de bambous.

Par endroits, et parfois même très haut, à proximité de la source, on trouve quelques touffes de *Colocasia*. Ces Arums qui servent à l'alimentation humaine (« madères », « malangas » et autres « taros »)

Source : MNHN, Paris

sont très certainement cultivés ou, au moins récoltés de temps à autre, bien qu'en apparence, ils semblent pousser là spontanément.

Dans les parties les plus basses de la forêt et dans tout le cours inférieur des rivières, dans des zones plus calmes et un peu plus profondes, de gros rochers arrondis portent des taches blanches. Celles-ci marquent l'emplacement d'un « lavoir » où les femmes des alentours se donnent rendez-vous. Dès le lever du jour elles arrivent en portant, en équilibre sur leur tête, le fardeau de linge sale. Beaucoup, mères-grands-mères ou grandes sœurs sont accompagnées d'enfants de tous âges. Les femmes lavent le linge, l'étendent sur les gros rochers ronds en plein soleil, l'aspergent de temps à autre d'eau claire pour en parfaire la blancheur tandis que les enfants barbotent dans l'eau. Pendant toute la journée on va ainsi vivre au bord et dans l'eau. On en profite pour faire sa toilette et celle des enfants qui sont savonnés de haut en bas avant d'être « rincés » à grande eau. Sur le plan sociologique, ces points de rassemblement au grand air et au soleil sont le rendez-vous de toutes les femmes du voisinage. C'est là que, tout en travaillant, elles se retrouvent, bavardent, échangent les nouvelles, font admirer leur progéniture et même prennent des décisions d'intérêt familial ou collectif. Pas plus l'adduction d'eau avec le robinet à domicile que le lavoir communal sous forme de bac cimenté n'ont l'attrait évident de la rivière avec son soleil, son cadre végétal somptueux, son atmosphère de joie et de liberté. C'est un élément dont il faut, de toute évidence, tenir compte avant d'envisager la suppression de ces points de contamination.

II. — Les Canaux de la Basse Terre

Ils sont infiniment nombreux et parfois difficiles à découvrir et à cartographier. Ils forment un réseau très important dont, de prime abord, on sous-estime la densité. Ils sont de plusieurs types :

A. — *Les grands canaux des usines de traitement de la canne à sucre*

Ce sont les plus grands, ceux qui sont les mieux entretenus. La prise d'eau se fait généralement dès que la rivière sort de la forêt. Le canal va serpenter parfois sur plusieurs kilomètres avant d'arriver à l'usine. Le courant est vif et l'eau aussi claire que celle de la rivière. Il y a de nombreuses habitations tout au long du canal qui fournit ainsi, sans effort, l'eau nécessaire aux usages domestiques. Il est fréquent que les enfants s'y baignent tandis que les femmes y font la lessive ou la vaisselle. Bien entendu, les eaux usées retournent au canal.

Lorsque le torrent est en crue, le canal subit également une montée qui peut faire déborder ses eaux. Il peut ainsi se créer, dans des zones placées en contrebas, des flaques d'eau qui persistent parfois plusieurs semaines. Parfois également, les berges ont dû être renforcées par un mur en maçonnerie. Il arrive qu'à ce niveau des suintements se produisent en permanence.

Puis le canal pénètre dans l'usine qui peut être soit une distillerie, soit une sucrerie, soit posséder cette double activité. Alors que la distillerie fonctionne pratiquement toute l'année, la fabrication du sucre est suspendue pendant près de trois mois, lorsque, au moment où la canne est en fleur (pendant l'hiver), on cesse de la couper. En effet, lors de la floraison, la teneur en sucre diminue.

Dans la sucrerie, les cannes fraîchement coupées sont rapidement hachées, puis passent dans une série de cinq ou six moulins où elles sont broyées d'abord avec le jus de la canne elle-même, puis avec de l'eau. Le jus est pompé vers des bacs de défécation où il est clarifié par la chaux, cependant que les résidus cellulosiques secs sont envoyés aux fours des alternateurs où ils sont brûlés.

Le jus de canne clarifié est réchauffé puis évaporé. La vapeur est fournie par l'eau du canal qui est donc chauffée à très haute température. Le jus de plus en plus épais passe dans des cuves de cristallisation, puis dans deux batteries de centrifugeuses où le sucre est séparé de la mélasse.

Dans certaines usines mixtes (telles celle de Grosse Montagne), la mélasse est immédiatement envoyée dans la distillerie où, dans des cuves, elle subit une fermentation par des levures. Le trop-plein mousseux est déversé directement dans le canal efférent où il est bientôt rejoint par les vinasses qui sont les résidus de la distillation des mélasses fermentées.

Source : MNHN, Paris

A la sortie de la sucrerie, l'eau qui a été chauffée et pratiquement stérilisée, souillée par les huiles minérales qui lubrifient les pompes, peu enrichie en matières organiques, est encore tiède.

A la sortie de la distillerie, l'eau est à une température à peine plus élevée que celle du canal amont, elle est très enrichie en levures, en sels minéraux, en protéines et en quantité de composés organiques qui se signalent par leur odeur nauséabonde.

En règle générale, les usines guadeloupéennes qui fonctionnent encore (leur nombre a, en effet, beaucoup diminué ces dernières années) possèdent des installations vétustes et n'épurent pratiquement pas leurs effluents. Les canaux d'aval ramènent vers la rivière une eau polluée, surchargée de matières organiques putrides. Sur les derniers kilomètres de son cours, le torrent que nous avons vu sortir si limpide de la forêt s'est transformé en un égout à ciel ouvert qui se déverse dans la mer. Presque toujours, l'embouchure est située dans un des deux culs-de-sac marins, étendue d'eau pratiquement fermée ou peu s'en faut, par sa barre de corail.

Presque tous les ans, les canaux sont curés et la vase rejetée en tas tout le long des berges.

B. — *Les canaux « à tout faire »*

Ils sont particulièrement nombreux dans certaines basses vallées (communes de Capesterre, de Trois-Rivières, de Marigot, etc...). Alors que les canaux des usines ont toujours plus d'un mètre de large, ces « canaux à tout faire » sont bien plus petits, dépassant rarement 50 cm. de largeur pour une profondeur d'une vingtaine de centimètres. Dans les zones où il y a des plantations de bananes, ils sont souvent utilisés au niveau du point de regroupement de la récolte pour laver les régimes avant le conditionnement et l'expédition.

Ils traversent également les bananeraies, servant parfois à l'irrigation mais, bien plus souvent, à l'évacuation du surplus des eaux pluviales.

Ils irriguent aussi des « jardins caraïbes » plantés à proximité des habitations où l'on fait pousser quelques légumes et quelques arbres fruitiers. Bien entendu, leur eau sert enfin à tous les usages domestiques (toilette, cuisine, vaisselle, lavage du linge) et se transforme, au fil de leurs avatars, en un liquide plus ou moins trouble et nauséabond.

III. — Les étangs du Sud de la Basse Terre

Ils se trouvent tous dans le sud du massif de la Soufrière et sont nés de l'activité volcanique qui a agit selon diverses modalités. Seuls les plus grands nous intéressent. Ils sont situés à une altitude d'environ 450 m. Nous les avons tous visités mais nous avons fait porter l'étude exhaustive sur le Grand Étang parce qu'il est, et de loin, le plus facile d'accès. C'est un lac de barrage d'environ deux hectares de surface. Il est approximativement triangulaire et alimenté par deux ruisseaux qui arrivent chacun à l'un des angles de la pièce d'eau. Au troisième angle sort le ruisseau efférent. Le Grand Étang est entouré d'une forêt hygrophile très dense. Il est au-dessus des dernières plantations de bananiers, mais une route cimentée parfaitement entretenue permet d'amener les véhicules jusqu'au bord de l'eau. A partir de ce rond-point, un sentier forestier contourne l'étang et mène au « déversoir ». C'est un barrage naturel de blocs de lave qui a créé l'étang et à travers lequel l'eau filtre en cascatelles pour former, à une dizaine de mètres en contrebas, un petit ruisseau qui disparaît bientôt sous terre et que bordent les bananeraies.

La queue de l'étang et une bonne partie des rives sont envahies d'une végétation palustre dense formée surtout de *Polygonum (P. portoricense)* et de *Carex*, puis d'une frange de *Pistia* flottantes qui se déplace d'un bord à l'autre, selon les caprices du vent. Dans ces zones marginales la profondeur n'excède pas quelques centimètres alors qu'au centre, là où la surface des eaux est libre, elle peut atteindre deux mètres cinquante. Le fond est formé d'un épais matelas de végétaux en décomposition qui tend peu à peu à envaser l'étang. Les eaux sont froides, claires, mais la coloration noire du fond fait apparaître très sombre la surface de l'étang. Au cours de l'année, le niveau des eaux peut varier de plusieurs dizaines de centimètres. De toute façon, la cuvette du Grand Étang que domine la muraille du massif

Source : MNHN, Paris

montagneux est un lieu très abondamment arrosé. Non seulement les averses y sont fréquentes mais les nuages stagnent presque en permanence car ils sont arrêtés par le flanc sud de la Soufrière.

L'étang Zombi (lac de fissure de dôme péléen) est parcouru par un courant assez fort qui en renouvelle les eaux. Quant à l'étang de l'As-de-Pique, ses rives sont envahies par une véritable mangrove. Ces étangs perdus en pleine forêt, accessibles seulement grâce à des sentiers parfois difficiles à suivre, ne sont fréquentés que par des chasseurs ou des pêcheurs. Le Grand Étang seul reçoit quotidiennement la visite de touristes « motorisés ». La plupart d'entre eux se contentent d'un bref arrêt sur le rond-point, contemplent le paysage, font quelques photos-souvenirs et repartent sans s'être aventurés sous le couvert de la forêt. Ce point est important à souligner d'ores et déjà car il permet de dire que, s'il existe une souillure fécale humaine des eaux du Grand Étang, cette pollution est rare, mais non exceptionnelle. Signalons encore la présence d'innombrables sangsues très agressives qui dissuadent immédiatement les éventuels amateurs de baignades.

IV. — Les mares de la Grande Terre

Presque toutes sont des mares occupant le fond d'une doline colmaté d'argile de décalcification. Leurs contours sont sensiblement circulaires et leur profondeur dépasse souvent un mètre cinquante en phase de remplissage maximum. D'autres mares sont creusées par les paysans et sont donc artificielles, alors que quelques-unes sont « mixtes » puisqu'il s'agit de collections naturelles agrandies et périodiquement curées. Ces eaux stagnantes et très chaudes sont aussi troubles, envahies par la végétation tant dressée que flottante avec, dans certaines zones, des nappes de Characées immergées. Si l'on y ajoute la fréquence et l'abondance des sangsues, on conçoit que ces mares incitent peu à la baignade. Il n'y a guère que les enfants qui y pataugent et encore pendant des temps très brefs. Elles abritent bien quelques « écrevisses » qui peuvent tenter les pêcheurs à la nasse mais, pour ce qui concerne les poissons, ils sont représentés par des Guppies et des « Lapia » (*Tilapia mossambica*) très abondants mais de très petite taille. Nous avons dit que la plus grande de ces mares est actuellement l'Étang Cocoyer qui semble en voie d'assèchement. La surface d'eau libre, encore assez importante lors de notre première visite, à l'automne 1971, est aujourd'hui réduite à quelques dizaines de mètres carrés, tout le centre de la mare est occupé par une prairie boueuse où paissent des vaches. A l'inverse, d'autres mares ne possèdent qu'une végétation extrêmement réduite. Il peut s'agir, selon les cas, soit d'un excès de sels minéraux, soit de l'action de l'homme.

En période de carême les mares les plus profondes sont encore en eau, tandis que les plus petites ou les moins creuses se dessèchent totalement. Il ne reste plus alors qu'une surface de boue grisâtre et craquelée de fentes de retrait. Lorsque l'on soulève une de ces plaques, on s'aperçoit qu'elle recouvre une terre encore très humide. Nous verrons ultérieurement que, même pendant la phase d'assèchement, il reste de nombreux mollusques adultes vivants, enfoncés dans la vase, qui attendent les pluies pour reprendre leurs activités et reconstituer en quelques semaines la population locale.

V. — La Ravine des Coudes

C'est une rivière pratiquement permanente de trois à quatre mètres de large qui occupe la plaine d'effondrement de Morne-à-l'eau. Elle naît dans une sorte de marécage et s'écoule lentement entre des champs de canne à sucre. Nous avons pu assister à quelques crues de ce ruisseau à la suite d'averses particulièrement abondantes mais la montée des eaux, si elle est rapide, est de courte durée. Au cours des périodes d'étiage, le lit de la Ravine est formé d'une succession de mares résiduelles reliées entre elles par un mince filet d'eau qui se fraie un passage au milieu d'un tapis de Graminées et de Carex. Toute l'année, les eaux sont troubles. Elles reçoivent, en plus, une partie des effluents de l'usine sucrière Blanchet. Au total, on est peu tenté de s'y baigner. Les crevettes et « écrevisses » y sont très abondantes de même que les guppies et les tilapia, mais tous ces crustacés ou poissons sont de petite taille et ne semblent guère être pêchés.

Source : MNHN, Paris

Alors qu'à certains moments il nous a été très difficile de trouver un seul *B. glabrata* vivant dans la Ravine, nous avons parfois observé des phases d'intense pullulation de ce mollusque.

VI. — La mangrove

Avant notre prospection, jamais la présence de *B. glabrata* n'avait été signalée dans la mangrove de Guadeloupe, non plus d'ailleurs, du moins à notre connaissance, que dans aucune autre mangrove de l'hémisphère américain. La découverte de cette énorme population du vecteur de la Schistosomose dans cette partie du monde est le résultat d'une méthode systématique d'exploration.

La mangrove est un milieu très particulier qui est propre aux franges littorales basses des terres tropicales, dans les zones où les marées n'ont qu'une faible amplitude et où la côte est protégée des vagues par un brise-lame naturel. Dans les eaux calmes se déposent des vases fines qui sont petit à petit colonisées par des associations végétales adaptées à ce milieu salé et très pauvre en oxygène. Au total, c'est un paysage étrange que cette forêt inondée, en permanence ou temporairement, par l'eau de mer sur sa façade maritime et par l'eau douce sur sa façade terrestre.

En Guadeloupe, la mangrove et ses dépendances couvrent environ 5 % de la surface de l'archipel. Elle est surtout concentrée sur le pourtour du Grand Cul-de-Sac Marin qui est bien protégé des vagues atlantiques par une barrière de corail qui le ferme presque totalement entre Port-Louis et Sainte-Rose. A l'abri de cette digue naturelle, les eaux marines, dont le niveau ne varie que de quelques dizaines de centimètres au gré des faibles marées, sont calmes et peu profondes. Les argiles fines que charrient les torrents et, en particulier, la Grande Rivière à Goyaves, sédimentent en se mêlant aux débris de corail. Peu à peu la terre gagne sur la mer et les végétaux de la mangrove contribuent largement à cette progression. Entre les eaux salées et les eaux douces existe une ligne de contact tout au long de laquelle le mélange entre les unes et les autres ne se fait que lentement. Il existe donc un gradient de concentration des eaux en chlorures qui va conditionner la zonation végétale, qui est extrêmement nette.

Dans cette zonation, les phytosociologistes reconnaissent quatre faciès différents. Pour l'aspect plus proprement botanique, nous renvoyons ici au chapitre « végétation » écrit par J. Fournet. Nous ne donnerons ici que les impressions d'un non-spécialiste dans cet environnement si particulier.

— *La frange maritime*, qui correspond à la zone de balancement des marées, est une surface de boue salée sur laquelle s'enracine la végétation. Quatre espèces de palétuviers en sont les arbres caractéristiques qui se répartissent en deux zones de peuplement.

La première zone est celle des palétuviers rouges (*Rhizophora mangle* L.) C'est l'arbre pionnier, dépassant rarement cinq mètres de haut, qui forme des peuplements très denses et pratiquement homogènes. Ses racines rouge-brun, en arceaux, en arcs-boutants, trempent directement dans l'eau de mer. D'autres racines en « béquille » tombent des branches dans la mer. La nuit, lorsque la marée est basse, la surface de vase s'assèche et les animaux terrestres, en particulier les rats, circulent entre les racines exondées, à la recherche de leur nourriture. L'arbre porte d'étranges fruits qui germent et prennent l'allure de fléchettes avant de se détacher, à maturité, pour se ficher dans la vase où ils s'enracinent. Plant après plant, la forêt de palétuviers rouges s'avance toujours plus loin du littoral. Il n'est pas rare de voir, sortant de la mer à plusieurs dizaines de mètres de la lisière, un jeune palétuvier dont la tige, ornée seulement de quelques feuilles, pointe hors de l'eau.

Quand la teneur en sel commence à diminuer, d'autres arbres peuvent se développer. Plusieurs espèces se mêlent en peuplements mixtes où, selon les cas, domine l'une d'entre elles.

En Guadeloupe, le palétuvier blanc (*Avicennia germinans* = *A. nitida*) porte le nom de « bois-mèche ». Ceci est mérité par le fait que ses racines émettent d'innombrables filaments verticaux qui émergent de la boue, si bien que le pied de l'arbre est entouré d'une sorte de tapis serré de petites brindilles (ou mèches) noires dressées. Ce sont des pneumatophores qui paraissent permettre à l'arbre de lutter contre l'asphyxie des racines envasées. On trouve aussi des mangles blancs (*Laguncularia racemosa*) et des palétuviers gris (*Conocarpus erecta*). Ce dernier est plus volontiers implanté sur sol ferme.

— *La frange palustre* couvre, environ, 1 500 hectares en Guadeloupe. Elle se développe en retrait de la mangrove maritime qu'elle pénètre même le long des canaux et rivières qui traversent la zone

Source : MNHN, Paris

littorale. Le défrichement a également isolé certains pans de cette mangrove qui forme ainsi des bouquets de grands arbres se dressant au milieu des prairies et des cultures et qui sont les reliques de la forêt détruite. L'arbre caractéristique est le mangle blanc (*Pterocarpus officinalis*) appelé aussi mangle-médaille en raison de la forme ronde et plate de ses fruits bruns. C'est de loin le plus grand des palétuviers puisqu'il peut dépasser 30 mètres de hauteur. Son tronc droit et blanchâtre est renforcé à sa base par de puissants contreforts d'où naissent de grosses racines qui serpentent à la surface du sol. Au dernier rang de ces grands arbres se mêlent des touffes de la grande fougère dorée (*Acrostichum aureum*), magnifique plante qui dépasse parfois 2 mètres de hauteur et qui indique le passage de la mangrove proprement dite aux formations de l'arrière-mangrove. En fait (J. J. Corre), la fougère dorée se rencontre également dans la mangrove marine et elle apparaît dès que l'éclairement est suffisant, lorsque les palétuviers se raréfient. On trouve ses peuplements denses dès que l'on sort du couvert des grands arbres.

Il faut ajouter, pour compléter la description de ce milieu, que les mangles-médailles portent toutes sortes d'épiphytes et que, au moins en lisière, les habitants cultivent des « madères » entre les troncs. Selon la saison, ce sous-bois est couvert d'un épais tapis de feuilles mortes, ou bien noyé sous quelques dizaines de centimètres d'une eau brunâtre où pullulent larves de moustiques et *B. glabrata*. Il existe de nombreux terriers de crabes creusés dans la boue noire, alors que les rats, qui sont aussi très nombreux, ont opté pour une vie arboricole. Leurs nids de brindilles et de feuilles sont construits dans l'entrelacement des branches de palétuviers et l'on en voit jusqu'à la limite entre la mer libre et les palétuviers rouges. Ces détails auront leur importance lorsque nous exposerons les résultats de l'enquête épidémiologique dans cette zone.

— *L'arrière-mangrove* couvre 1 300 hectares. C'est un marécage temporaire d'eau parfaitement douce, couvert surtout d'herbes, graminées ou cypéracées, que l'on confond ici sous le terme général d' « herbes coupantes ». Ça et là poussent quelques arbustes, voire de grands fromagers (*Ceiba pentandra caribaea*) et des cocotiers. Certaines portions sont cultivées et servent surtout pour les plantations de madères ou de malangas (*Colocasia* divers qui sont à la base de l'alimentation locale) qui affectionnent les zones très humides, et même franchement marécageuses. C'est en gagnant petit à petit sur la mangrove lacustre, pour les besoins de ces cultures, que les riverains détruisent la forêt à *Pterocarpus*. En certains points, les arbres sont détruits par le feu et, sur le brûlis, on plante des bananiers ou des *Colocasia*.

Viennent, un peu plus en arrière, des prairies qui se gorgent d'eau pendant la saison des pluies. On y met à paître quelques bovins, des chèvres et des porcs. Dès que le niveau du sol s'élève et qu'on est à l'abri d'une trop longue immersion, la canne à sucre est plantée. Au total, la frange maritime de la mangrove est difficilement pénétrable par l'homme sauf le long des canaux. Par contre, la frange douce est très fréquentée non seulement par ceux qui cultivent l'arrière-mangrove mais aussi, du moins en certaines saisons, par des bandes d'enfants qui vont y piéger des crabes (« mantous » = *Ucides cordatus*). Ces crabes seront transformés en « crabes farcis » qui sont une des gloires de la cuisine guadeloupéenne. N'oublions pas également les chasseurs qui parcourent la mangrove en tous sens à la recherche de leurs maigres proies.

— *Les étangs « boix-sec »*, enfin, sont des zones dans lesquelles tous les arbres et même toutes les plantes sont morts. On trouve ces « étangs » aussi bien en zone maritime qu'en zone palustre. On ne possède encore pas d'explication certaine de la cause de cette mort, sans doute très brutale, de toute la végétation. Peut-être s'agit-il d'une variation brusque de la hauteur de la nappe phréatique qui entraînerait la transformation des composés sulfurés de la vase en acide sulfurique. On conçoit alors que l'apparition, même très fugace, de cet acide dans la boue exondée tue toute vie végétale. Ce n'est que très lentement que ce désert est recolonisé par les plantes.

Bien entendu, chacune des parties de la mangrove abrite une flore et une faune qui lui sont propres. Cette portion de la Guadeloupe est l'un des « paradis des naturalistes ». Pour ce qui nous concerne, nous y avons découvert un énorme foyer de schistosomose murine et aussi humaine qui, du moins pour ce que nous en savons, était demeuré totalement ignoré des épidémiologistes. Les populations denses de *B. glabrata* ne se rencontrent, bien sûr, que dans la mangrove palustre et dans l'arrière-mangrove car, dès que la quantité de sel dépasse 3,5 à 4 gr. par litre, les mollusques ne peuvent survivre. Quant au parasite, il est encore bien plus sensible à la présence du ClNa dissous et ne tolère que des taux largement inférieurs au gramme-litre. A la saison des pluies, lorsque les prairies de l'arrière-

Source : MNHN, Paris

mangrove sont parsemées de flaques d'eau, on observe une très grande abondance de *B. glabrata* dans toute la frange douce de la mangrove.

L'INVENTAIRE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE (figure 20)

Cette phase initiale est obligatoire car elle est essentielle. Il n'est, en effet, pas d'étude écologique digne de considération si elle ne se base sur une systématique rigoureuse. C'est, de toute évidence, un travail long et difficile, qui nécessite des récoltes faites dans de bonnes conditions, des fixations et des procédés de conservation des échantillons par des méthodes qui sont souvent spéciales pour chaque groupe d'êtres vivants, la collaboration de nombreux taxonomistes spécialisés et acceptant de fournir des réponses dans un délai raisonnable.

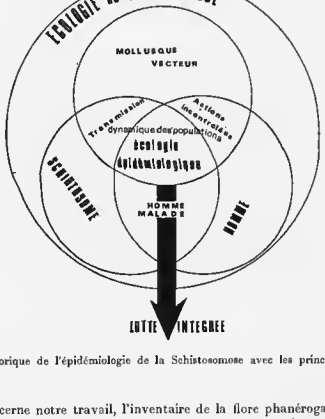

Fig. 20. — Schéma théorique de l'épidémiologie de la Schistosomose avec les principales étapes de l'enquête.

Pour ce qui concerne notre travail, l'inventaire de la flore phanérogamique fut confié à notre ami Fournet. La faune malacologique fut, en grande partie, déterminée par J.-P. Pointier avec, dans certains cas, l'aide de spécialistes mondialement connus. Delplanque étudia la faune des Insectes, Lévêque puis Carvacho celle des Crustacés.

Notre but incluait aussi la recherche d'organismes prédateurs ou pathogènes tant pour le mollusque que pour le schistosome. Bien évidemment, nous avons surtout appliqué tous nos efforts à la récolte, la détermination et l'étude de la biologie des helminthes rencontrés soit sous forme larvaire, en particulier chez les mollusques, soit sous forme adulte, essentiellement chez les vertébrés. Dans ces domaines, les laboratoires de Perpignan et de Paris-St. Antoine s'adjoignirent des chercheurs de Montpellier et du Muséum national d'Histoire naturelle, tandis que le laboratoire vétérinaire de Lyon étu-

Source : MNHN, Paris

diait l'helminthofaune des vertébrés domestiques et sauvages. Quant aux pathogènes bactériens, viraux ou mycosiques, ils furent recherchés par le laboratoire de St. Christol, en particulier par MEYNADIER.

Chemin faisant, cette phase de la prospection se révéla très féconde sur le plan fondamental puisqu'elle permit de découvrir de nombreuses espèces nouvelles et de signaler la présence, en Guadeloupe, d'espèces jusqu'alors inconnues dans la faune ou la flore de l'île. Elle mit en évidence des phénomènes nouveaux concernant la biologie des parasites et, ce qui n'est pas le résultat de moindre portée, elle permit de découvrir l'action effective et de mesurer l'impact qu'ont certains organismes sur la densité des populations naturelles de mollusques vecteurs. Elle nous permettait ainsi de déboucher directement sur l'étude et la mise au point de procédés utilisables dans la lutte biologique contre la schistosomose (figure 21).

Il fallut plusieurs années de travail pour parvenir à une bonne connaissance des constituants des biocénoses guadeloupéennes. Aujourd'hui nous pouvons dire, au moins pour les milieux qui nous importaient, que si notre inventaire n'est pas tout à fait exhaustif, il n'en est pas moins assez complet. Les chapitres suivants en portent d'ailleurs témoignage, sans qu'il soit besoin d'y insister plus ici.

Nous avons dit que nous nous intéressions surtout aux helminthes parasites. Tous les mollusques que nous récoltions étaient amenés au laboratoire et subissaient un ou plusieurs tests d'émission de cercaires successifs, soit individuellement, soit par lots. Toutes les cercaires furent étudiées sur place à l'état frais et après coloration, dessinées et, si possible, déterminées au moins approximativement car nous avions ainsi une idée du cycle évolutif. En fait, nous leur avons donné des noms provisoires et la détermination précise fut faite à Perpignan, car, en Guadeloupe, nous ne disposions pas de la documentation nécessaire. Ce travail de systématique sera détaillé plus loin. En priorité, ce sont les Trématodes qui se développent chez *B. glabrata* qui ont été étudiés. Très vite, il est apparu que ce mollusque hébergeait plusieurs cercaires à queue bifide mais, sous la loupe, il était toujours possible de reconnaître celle de *S. mansoni* en raison de sa nage très particulière coupée d'arrêts brusques et fréquents. D'autres douves évoluent aussi chez *B. glabrata* et nous avons pu réaliser expérimentalement la totalité du cycle de certaines d'entre elles. On ne peut que souligner ce fait : une seule espèce de mollusque, sur un si petit territoire, sert d'hôte intermédiaire exclusif à PRÈS DE VINGT trématodes différents ! On est en droit de penser que sur une aire continentale, chaque espèce de mollusque doit servir d'hôte intermédiaire à plusieurs Trématodes qui lui sont étroitement inféodés et que ceci représente une formidable voie de recherche qui peut déboucher directement sur des procédés efficaces de lutte biologique. Nous reviendrons plus longuement sur ce point dans un instant.

En quelques mois, il nous fut possible de dresser des cartes de répartition des divers mollusques dulçaquicoles de la Guadeloupe. Cette phase exploratoire terminée, nous franchîmes deux nouvelles étapes :

— l'analyse des paramètres physico-chimiques des divers gîtes,
— l'étude de la dynamique des populations de *B. glabrata*.

Ce furent surtout les chercheurs des équipes COMBES et SALVAT qui réalisèrent ces travaux. Très rapidement, il se confirma qu'il n'y avait qu'une seule espèce vectrice de la schistosomose en Guadeloupe et c'était *B. glabrata*. Ce mollusque apparaissait très ubiquiste et, au moins en Guadeloupe, sa plasticité écologique lui permet de s'adapter à tous les gîtes d'eau douce. Ce n'est guère qu'une trop forte teneur en sel qui limite son expansion. En revanche, la répartition de *S. mansoni* est bien plus restreinte. Il existe donc une discordance entre le vaste domaine du vecteur et l'aire limitée où sévit le parasite. Nous pensons qu'il s'agit là d'un « instantané écologique » et que cette situation pourrait être modifiée gravement si l'on venait à bouleverser les conditions du milieu sans tenir compte de la menace. Quoiqu'il en soit, parmi les paramètres physico-chimiques, en dehors du sel dont nous avons déjà dit un mot, la température nous est apparue comme un facteur très puissant. Les enregistrements simultanés, en continu, à diverses profondeurs, indiquent d'importantes différences entre les couches d'eau. Nous verrons que l'échauffement du film superficiel, dans les milieux stagnants dépourvus de couvert végétal, peut être considérable (plus de 40°C) et doit limiter la survie des cercaires (ou des miracidiums) qui s'y rassemblent. La teneur en matières organiques, en particulier celle des nitrates

Source : MNHN, Paris

et nitrites, joue un rôle aussi très important. La pollution des eaux est un élément dont il faut tenir compte, qu'il s'agisse de pollution d'origine domestique, agricole ou industrielle.

Ajoutons encore que les engrais, les divers pesticides, lessivés par les pluies, tombent dans les eaux et interviennent dans la dynamique des populations de mollusques, soit comme facteur favorisant [stimulation de la croissance des algues, bactéries et plantes qui servent de nourriture (et d'abri) aux mollusques, élimination des prédateurs, en particulier des arthropodes aquatiques], soit comme facteur limitant.

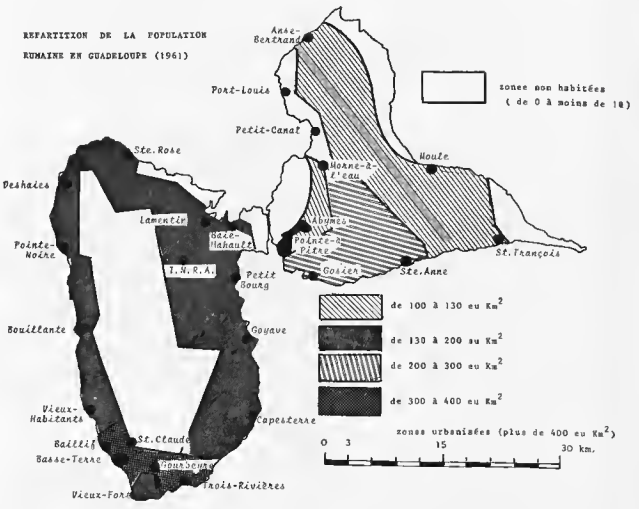

FIG. 21. — Répartition de la population humaine en Guadeloupe en 1961 (d'après les données recueillies par LASSERRE).

Parmi les autres facteurs, nous devons également retenir la vitesse du courant, la végétation tant sur les rives (arbres et arbustes donnant de l'ombre) qu'aquatique (nourriture, lieux de ponte et abri pour les mollusques, surtout jeunes).

Après avoir étudié, de façon extensive, la quasi-totalité de la Guadeloupe, il devint évident qu'il fallait nous limiter à quelques stations-types, choisies parce qu'elles représentaient un « faciès » commun à plusieurs gîtes, si nous voulions faire une étude intensive. Or ce type d'étude s'impose pour avoir une analyse de tous les paramètres agissant et réagissant sur l'écosystème considéré. Les études que nous avions réalisées auparavant nous avaient montré que ce ne sont pas toujours les éléments les plus évidents qui sont les plus importants pour l'établissement et la survie d'une espèce dans son

Source : MNHN, Paris

biotope. Nous convînmes de sélectionner une dizaine de stations qui furent suivies régulièrement, deux fois par mois, pendant plusieurs mois. *In fine*, lorsqu'il fallut tenter de réaliser un modèle épidémiologique, ce nombre fut encore réduit et nous étudiâmes d'une part la vallée de la rivière Beaugendre dans le Sud de la Côte sous le Vent et la « mangrove douce » de Devarieux en Grande Terre.

Parmi toutes ces stations-type, celle du Grand Étang mérite une mention particulière. Lors de notre mission exploratoire de l'automne 1971, après plus d'une heure de recherches, nous n'avions pu trouver dans cet étang forestier que deux *B. glabrata* vivants alors que les coquilles de cet « escargot » étaient très abondantes. Quelques mois plus tard, en mai 1972, dans la végétation flottante des bords, nous récoltions des *B. glabrata* par centaines, aux endroits mêmes où nous les avions vainement cherchés auparavant. A la fin de l'été, à nouveau les populations semblaient avoir été brutalement réduites et nous ne trouvions plus que quelques individus. Nous étions ainsi amenés à penser qu'un FACTEUR VIVANT intervenait pour réduire brutalement à quelques individus une population de mollusques que nous avions vue en phase de pullulation quelques semaines plus tôt. En effet, il ne pouvait s'agir d'un facteur physique ou chimique puisque les conditions locales, en particulier climatiques, demeurent relativement stables tout au long de l'année en cet endroit loin de l'homme, de ses cultures et de ses pollutions. Seule, la hauteur de l'eau varie mais dans des limites de quelques dizaines de centimètres, ce qui, pour *B. glabrata*, ne semblait pas cataclysmique.

A partir de cette observation de terrain, nous menions une étude systématique des cycles des Trématodes se développant chez les *B. glabrata*, en particulier, au Grand Étang. Quelques mois plus tard, l'équipe de Claude COMBES pouvait annoncer que 4 Distomes, au moins, possédaient des larves qui étaient capables, d'ailleurs par des mécanismes différents, de bloquer la ponte de *B. glabrata* dans les conditions d'un élevage expérimental au laboratoire. Il était alors permis d'espérer qu'un de ces parasites pourrait être utilisé pour la réalisation dans la nature d'un protocole expérimental de lutte biologique contre le vecteur de *S. mansoni*. Nous verrons que c'est, au moins dans un premier temps, *Ribeiroia guadeloupensis* qui nous apparut comme le plus intéressant. En effet son pouvoir stérilisant naturel est de près de 98 %, son hôte définitif est le rat, animal facile à élever, dont les crottes contiennent beaucoup d'œufs parfaitement viables et qui peuvent être facilement introduits dans les collections d'eau à traiter. Le second hôte intermédiaire est surtout le poisson *Tilapia mossambica*, introduit depuis longtemps en Guadeloupe et très abondant dans les eaux douces, pour peu que le courant ne soit pas trop violent. C'est en mangeant les cadavres de Tilapia porteurs de métacercaires que le rat se contamine et héberge le trématode adulte dans son estomac.

C'est également au Grand Étang que, dès les premiers tests d'émission, nous trouvions des cercaires de *S. mansoni* chez les *B. glabrata*. Cette présence du parasite nous parut difficilement explicable par la souillure fécale des eaux du fait de l'homme seul. En effet, si cette souillure existe, elle doit être exceptionnelle car il n'y a pas d'habitations autour ou en amont de l'étang. Une seule hypothèse pouvait être raisonnablement formulée : *l'homme n'était pas seul en cause et un autre « réservoir de virus » devait être présent en permanence, en ce lieu*, déversant des œufs de *S. mansoni* dans les eaux. Or, la faune mammalienne de Guadeloupe est très réduite. Aucun animal domestique ne fréquente ces parages, qu'il s'agisse de Carnivore ou d'Herbivore. L'agouti a disparu totalement et le seul mammifère sauvage autochtone est le raton laveur (*Procyon minor* Miller 1911) qui réussit à se maintenir bien qu'il soit très recherché par les Guadeloupéens qui apprécient fort sa chair. Par contre, les mangoustes sont très nombreuses. Cette espèce est une « introduction » intempestive qui s'attaque plus volontiers aux oiseaux qu'aux rats qu'elle était censée chasser. Elle ne peut guère attaquer de serpents car la faune guadeloupéenne se réduit à quelques inoffensives couleuvres, d'ailleurs très rares. L'un et l'autre carnivores ne sont jamais porteurs de *S. mansoni* (cf. le travail de EUZEBY et GRABER).

En revanche les rats (*R. rattus* et *R. norvegicus*) sont extrêmement nombreux. Ils ont occupé toutes les niches inoccupées à leur convenance, tant dans les milieux naturels que ceux modifiés par l'agriculture, l'industrie ou l'habitat de l'homme. S'il est facile de capturer des rats, il est beaucoup plus difficile, lorsqu'on les autopsie, de découvrir les Schistosomes qu'ils hébergent. Il faut recourir au lavage du système porte hépatique et ceci explique sans doute pourquoi jusqu'alors, la présence de *S. mansoni* chez les rats de Guadeloupe n'avait jamais été décelée en dépit de la surveillance sanitaire dont cet animal est l'objet depuis longtemps (voir Annexe, page 63).

Source : MNHN, Paris

C'est donc chez les rats du Grand Étang que, pour la première fois, nous avons découvert des schistosomes adultes dans le foie et les poumons, et des œufs dans le poumon et l'intestin. Les tests d'éclosion et d'infestation montraient que ces œufs étaient parfaitement viables et donnaient des miracidiums normalement infestants. Dès lors cette observation posait le problème de l'origine et de la pérennité de l'enzootie schistosomienne murine et, s'il s'avérait que le rat constituait un bon « réservoir de virus », cela obligerait à repenser les programmes d'éradication pour tenir compte de cet élément nouveau (figure 22).

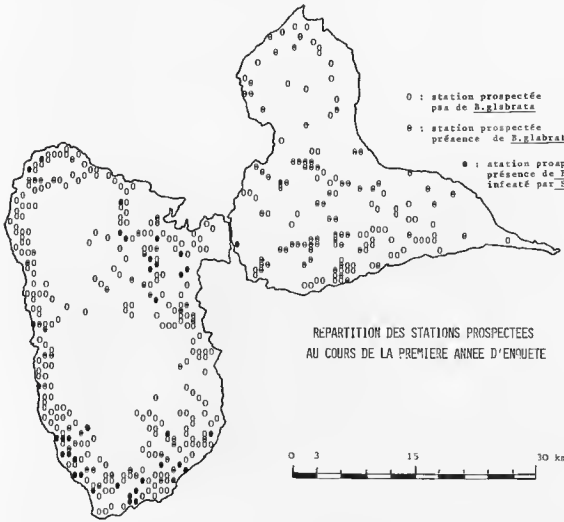

FIG. 22. — Répartition des stations prospectées au cours de la première année de l'enquête épidémiologique. Dans chacune, l'inventaire de la faune, en particulier malacologique et helminthologique, a été fait. On a systématiquement recherché *Biomphalaria glabrata* et testé son infestation par des larves de Trématodes, en particulier par celles de *Schistosoma mansoni*.

A partir de là nous décidâmes de rechercher systématiquement la Schistosomose des rats sur la totalité de la Guadeloupe. Nous découvrîmes alors que cette infestation n'était pas un fait exceptionnel et limité aux alentours du Grand Étang, que tant en Basse Terre qu'en Grande Terre, l'enzootie existait bel et bien. En particulier, elle était constante dans nos deux stations privilégiées, la vallée

Source : MNHN, Paris

de Beaugendre et la mangrove douce de Devarieux. Nous exposerons ultérieurement comment, actuellement, nous interprétons dans une optique épidémiologique la parasitose de ce commensal de l'homme. Cette parasitose nous a permis de mettre au point des techniques de récolte du parasite, des méthodes de diagnostic immunologique fiables sur une seule goutte de sang qui peuvent être utiles dans d'autres foyers d'endémie schistosomienne.

Les essais de lutte biologique par *Ribeiroia guadeloupensis* furent menés à bien après une étude de la dynamique des populations de *B. glabrata* dans une mare de Grande Terre, à Céligny. Après plus d'une année de mesures et de surveillance de cette station, nous étions capables de connaître l'impact de l'introduction du stérilisant sur la population naturelle du mollusque. Pendant plus d'une année, sans interruption, les œufs du Trématode furent déversés deux fois par semaine dans cette mare. Pointier et Nassi exposeront plus loin le détail de leur travail. Contentons-nous de dire seulement ici que *R. guadeloupensis* permet, à lui seul, sans aucune méthode de lutte adjuvante, de réduire presque à zéro une population naturelle de *B. glabrata*. Au moment où nous écrivons ces lignes, plus d'un an après l'arrêt des déversements d'œufs du stérilisant, nous n'avons trouvé, dans la mare de Céligny, qu'un seul *B. glabrata* vivant. La reconquête de ce biotope a donc été extrêmement lente. Ceci démontre à l'envi l'efficacité de la lutte biologique, spécifique et peu onéreuse, ces trois éléments devant la faire préférer à toute autre méthode « molluscocide » partout où elle s'avère applicable. Ajoutons encore que des efforts devraient être faits pour rechercher systématiquement les Trématodes stérilisants les mollusques vecteurs dans tous les foyers d'endémicité schistosomienne (ou d'ailleurs de distomatoses humaines et animales).

Après plus de quatre années de travail ininterrompu, tant sur le terrain en Guadeloupe qu'en métropole, dans les divers laboratoires qui participaient à l'action concertée, nous devions proposer un plan de lutte contre l'endémie qui tienne compte de tous les éléments dont nous avions patiemment assemblé le puzzle. Pour ce faire, il fut décidé de construire un « modèle épidémiologique » dont Jean Rioux et le laboratoire d'Écologie médicale de Montpellier assureraient la coordination. C'était pour aboutir à une vision synthétique du cycle parasitaire qu'il nous fallait analyser rigoureusement et méthodiquement tous les facteurs entrant en ligne de compte, les hiérarchiser selon leur importance réelle sur le devenir de l'endémie, repérer les points les plus vulnérables de la chaîne épidémiologique et proposer aux autorités décisionnelles un programme de lutte cohérent et pragmatique, ayant une efficacité maximale pour un coût aussi faible que possible. Plus encore, cette modélisation permettait de prévoir le devenir du foyer de schistosomose de Guadeloupe, d'organiser la surveillance après la phase de lutte intensive, d'adapter notre méthodologie à d'autres foyers, avant tout dans la région caraïbe mais aussi sur d'autres îles ou continents.

C'est dans les deux stations (vallée de Beaugendre et mangrove de Devarieux) que cette modélisation fut entreprise. Après deux années de récolte de données, la construction du modèle aboutissait, en 1977, à proposer aux responsables départementaux un programme de lutte intégrée avec deux opérations pilotes initiales portant sur les deux stations explorées.

Pour terminer ce chapitre introductif, nous devons dire que la Schistosomose, au moins en Guadeloupe, devrait être éliminée sans obstacle majeur, sans dépense excessive, sans contrainte insupportable pour les populations concernées, pour peu que les responsables le désirent et confient la réalisation de la campagne de lutte à des scientifiques compétents dégagés des structures administratives par trop contraignantes. L'efficacité est à ce prix mais nous pensons que ce n'est pas trop élevé !

TECHNIQUE DE MISE EN ÉVIDENCE DE LA BILHARZIOSE CHEZ LE RAT

Anesthésie à l'éther.
Injection intrapéritonéale d'héparine.
Ouverture de la cavité abdominale après avoir fixé l'animal sur le dos sur une plaque de liège.
Recherche des schistosomes.

Source : MNHN, Paris

1. — *par perfusion hépatique*
ligature de la veine sous-hépatique,
mise en place d'un fil sous la veine cave inférieure et introduction par l'oreillette droite d'une sonde montée sur une seringue contenant du sérum physiologique. Ligature du fil autour de la sonde,
section de la veine porte,
perfusion lente. On recueille le liquide de perfusion en inclinant le liège au dessus d'une cuvette.

2. — *par examen des veines mésentériques sous la loupe binoculaire*
recherche des œufs morts embryonnés ou dans le parenchyme hépatique,
dans la muqueuse intestinale,
dans les selles (sur lesquelles on peut également pratiquer un test d'éclosion des miracidiums).

Il est souvent plus aisé de retrouver les schistosomes en écrasant les fragments d'organes entre les deux parties d'une boîte de Petri dans laquelle on place la pièce et un centilitre d'eau. Le couvercle sert de récipient et le fond sert à écraser les tissus.

Source : MNHN, Paris

LES MOLLUSQUES DULÇAQUICOLES DE GUADELOUPE

PAR

Bernard SALVAT * et Jean-Pierre POINTIER *

LES MILIEUX DULÇAQUICOLES DE GUADELOUPE

Alors que la Basse Terre, montagneuse et très arrosée, est le domaine des eaux courantes, la Grande Terre, plate et sèche, ne présente que de rares cours d'eaux temporaires et un grand nombre de mares naturelles ou artificielles.

Les principaux groupes de Mollusques d'eau douce sont représentés dans tous ces milieux, et en particulier les Planorbidae, famille dont le rôle dans la transmission des Schistosomoses est bien établi. Au XIX^e siècle, SCHRAMM (1869) et MAZE (1883 et 1890) publient déjà plusieurs catalogues de la faune malacologique de l'île. Depuis, peu de travaux ont été réalisés sur ce sujet et les renseignements les plus récents sont fournis par DESCHIENS (1952), DESCHIENS et coll. (1953), PARAENSE et coll. (1964), GRETILLAT (1967) et FLOCH (1969).

L'inventaire suivant est le résultat des enquêtes malacologiques qui ont été effectuées dans l'île au cours des années 1972 et 1973. Vingt espèces ont été répertoriées, dont trois n'avaient jamais été signalées auparavant (*Drepanotrema aeruginosum, D. anatinum* et *Physa cubensis*). Une autre espèce, cependant, n'a pu être retrouvée dans la nature. Il s'agit d'*Helisoma trivolvis* qui est cependant introduit dans l'île par les aquariophiles. Tous les mollusques récoltés au cours de nos prospections ont été testés pendant 48 heures au laboratoire quant à l'émission éventuelle de cercaires de Trématodes. Pour ce faire, soit par lots, soit individuellement, les mollusques sont isolés dans un tube de Borel rempli d'eau et les cercaires émises durant la journée sont observées à la loupe binoculaire. Seules, les larves de Trématodes parvenues à maturité sont ainsi décelées. Bien entendu, un effort particulier a été fait pour la famille des Planorbidae.

CLEF DICHOTOMIQUE DES FAMILLES DE MOLLUSQUES DULÇAQUICOLES DE GUADELOUPE

Toutes les Familles de Mollusques des eaux douces de Guadeloupe sont facilement distinguées les unes des autres par les caractères morphologiques des coquilles.

a. — *Coquille univalve — Présence d'opercule.*

1. — Coquille de petite taille (moins de 10 mm) avec une spire bien développée. Individus à test souvent épineux ..... HYDROBIIDAE.

* Laboratoire de Biologie marine et de Malacologie de l'E.P.H.E., 55, rue de Buffon, 75005 Paris.

Source : MNHN, Paris

2. — Coquille de taille moyenne (20 mm ou moins) avec une spire très réduite. Forme subsphérique. NERITIDAE.
3. — Coquille de grande taille (pouvant atteindre 70 mm), globuleuse, avec une spire n'atteignant pas le 1/3 de la hauteur de la coquille..... AMPULLARIIDAE.

b. — *Coquille univalve — Absence d'opercule.*

1. — Coquille planispirale (discoïde) ..... PLANORBIDAE.
2. — Coquille sénestre ..... x et y.
   x : Coquille lisse. Jeunes individus à test sans épines..... PHYSIDAE.
   y : Coquille rugueuse avec des stries dans le sens de la spire. Jeunes individus à test épineux. BULINIDAE.
3. — Coquille dextre ..... LYMNAEIDAE.
4. — Coquille patelliforme ..... ANCYLIDAE.

c. — *Coquille bivalve.*

1. — Coquille petite, de forme générale ovalaire ou trigone..... SPHAERIIDAE.
2. — Coquille de forme allongée. Charnière sans dents. Présence d'un byssus.... DREISSENIDAE.

LISTE DES FAMILLES ET ESPÈCES, BIOGÉOGRAPHIE ET RÉSULTATS DES TESTS D'ÉMISSION DE CERCAIRES DE TRÉMATODES.

I. — *Famille des HYDROBIIDAE* (Planche 1)

Genre *Potamopyrgus* Stimpson 1865
Potamopyrgus parvulus (Guilding 1828) (Pl. 1, nº 1)

Cet Hydrobiidae a été décrit par Guilding, en 1828, sous la dénomination de *Paludina parvula*. Maze, en 1883, considérait qu'il y avait, en Guadeloupe, deux espèces distinctes : *Paludestrina candeana* d'Orbigny 1835 (portant des épines) et *Paludestrina auberiana* d'Orbigny 1835 (sans épines). Cependant Crosse (1892) ne retient qu'une seule espèce, *Amnicola coronata* que Baker (1924) a placée en synonymie de *Potamopyrgus parvulus*. Nous-mêmes avons récolté des populations qui contenaient des intermédiaires entre les individus portant des épines et les individus inermes. Nous considérons donc également qu'il n'y a qu'une seule espèce : *Potamopyrgus parvulus*.

Cette espèce est présente dans la zone néotropicale, depuis le Texas (Crosse 1892) jusqu'à la Guyane française (Tillier, communication personnelle). En Guadeloupe, elle est très répandue dans les ruisseaux, les canaux d'irrigation ainsi que dans quelques marécages. Elle héberge les larves de deux espèces de Trématodes (cf. Combes infra).

II. — *Famille des NERITIDAE* (Planche 1)

Genre *Neritina* Lamarck, 1809,

1. — Coquille de petite taille (moins de 5 mm), lisse, de couleur jaunâtre ou cornée. Aire columellaire plane, très légèrement rugueuse. Bord columellaire sans dents..... *Neritina succinea.*
2. — Coquille pouvant atteindre 20 mm, lisse, avec des dessins en forme de taches ou de rayures. a et b
   a : Coquille blanche, jaunâtre ou violacée avec de fines rayures noires interrompues par des taches triangulaires recouvrant quelquefois toute la coquille. Aire columellaire bombée, forme générale assez globuleuse..... *Neritina virginea.*

Source : MNHN, Paris

b : Coquille brun clair à brun foncé avec des taches beaucoup moins anguleuses. Aire columellaire grande et plate. Forme générale moins globuleuse..... *Neritina punctulata*.

1. — *Neritina succinea* Recluz 1841

Décrite en 1841, cette petite Nèritine a également été signalée par Floch (1969) sous le nom de *Neritilia sp.* (Planche 1, nº 2 et 3). Cette espèce n'a été récoltée qu'à Sainte-Lucie (Stubbock, communication personnelle) et en Martinique (Guyard et Pointier 1979), mais elle est probablement présente dans d'autres îles antillaises car elle ne paraît pas avoir de biotope très particulier à Sainte-Lucie, en Martinique ou en Guadeloupe. On la trouve en effet dans les rivières et les ruisseaux en compagnie d'autres néritines ou isolée.

2. — *Neritina virginea* (Linné 1758) (pl. 1, nº 4 et 5)

Elle a été décrite sous le nom de *Nerita virginea* et Lamarck en fit une seconde description en 1822. C'est une espèce fréquente aux embouchures des rivières et dans toutes les eaux saumâtres. Son aire de répartition s'étend de la Floride et des Bermudes au Nord (Aguayo et Jaume, 1947) jusqu'au Brésil au Sud (Morretes, 1949).

3. — *Neritina punctulata* Lamarck 1816 (pl. 1, nº 6 et 7)

Un croquis de la néritine ponctuée a été publié, sous la direction de Lamarck, dans le tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la Nature (planche 455, fig. nº 2-1816). Puis, en 1838 Lamarck la décrivit. C'est une espèce strictement dulçaquicole que l'on rencontre, en général, dans la partie haute des rivières. Son aire de répartition recouvre presque celle de *N. virginea*. On la trouve de Cuba (Aguayo et Jaume 1947) jusqu'à l'état de Bahia au Brésil (Recluz 1850).

III. — *Famille des AMPULLARIIDAE* (Planche 1)

Genre Ampullaria Lamarck 1799

Mollusques de grande taille, pouvant atteindre 70 mm. Une seule espèce est présente en Guadeloupe.

Ampullaria glauca (Linné 1758) (pl. 1, nº 8)

Cette espèce fut décrite sous le nom d'*Helix glauca*. Les principaux synonymes reconnus pour cette espèce sont *Pomacea glauca* Baker 1950 et *Nerita effusa* Müller 1774. Cet Ampullaire est sujet à de fortes variations de la forme de la coquille et de nombreuses variétés ont été décrites dans différentes localités (Sowerby 1909, Pain 1950). La limite nord de répartition de l'espèce est l'île de Saint-Martin (Coomans 1967) et la limite sud, la Bolivie (Pain 1950). *A. glauca* est une des espèces les plus communes en Guadeloupe dans les ruisseaux, les canaux, les mares et les forêts marécageuses à *Pterocarpus*. Elle héberge les larves de trois espèces de Trématodes.

IV. — *Famille des PLANORBIDAE* (Planches 1 et 2)

Cette Famille est la mieux représentée en Guadeloupe avec huit espèces appartenant à trois Genres. La systématique de cette Famille est basée sur des caractères conchyliologiques et anatomiques, en particulier de l'appareil génital.

1. — Coquille de taille moyenne ou grande (10 à 30 mm). Appareil génital mâle comprenant un prépuce et un pénis simples..... Genre *Biomphalaria*.

Source : MNHN, Paris

Espèces guadeloupéennes	Bermudes	U.S.A. Sud	Mexique	Guatemala	San-Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa-Rica	Panama	Colombie	Venezuela	Guyanes	Brésil	Équateur	Pérou	Bolivie	Paraguay	Chili	Argentine	Uruguay	Bahamas	Cuba	Ile des Pins	Caymans	Jamaïque	Hispaniola
Biomphalaria glabrata											+	+	+													+
Biomphalaria schrammi		?	?				?				+	+	+		?					?	?	?		?	?	?
Drepanotrema lucidum			+								+	+	+		+				+	+	+	+	+	+	+	+
Drepanotrema kermatoides		+	+	+							+		+		+	+	+			+		?				
Drepanotrema cimex		+	+								+		+		+				+		+	+			+	+
Drepanotrema anatinum			+	+							+	+	+	+	+	+					+	+			+	
Drepanotrema aeruginosum			+					+		+	+	+	+		+							+				+
Helisoma trivolvis		+	+	+		+	+	+					?	+	+							+			+	+
Plesiophysa granulata													+									+				
Lymnaea cubensis		+									+										+				+	+
Physa marmorata											+	+	+					?	+	+		+			+	+
Physa cubensis	+	+									+										+	+	+		+	+
Gundlachia radiata		+	+	+			+	+	+	+	+										+	+	+		+	+
Potamopyrgus parvulus		+	+	+	+	+	+			+	+											+	+		+	+
Ampullaria glauca										+	+	+	+			+										
Neritina punctulata			+	+			+						+									+			+	
Neritina succinea																										
Neritina virginea	+	+	+		+	+	+				+	+										+		+	+	+
Eupera viridana		?																				+				
Pisidium punctiferum		?	+	?					+								+			+		+			+	
Congeria leucophaeata		+		+					+					+								+			+	+

Espèces guadeloupéennes	Porto-Rico	Vieques	Sainte-Croix	Saint-Thomas	Saint-John	Tortola	Saint-Martin	Saint-Barthélemy	Saint-Kitts	Nevis	Antigua	Montserrat	Désirade	Marie-Galante	Saintes	Dominique	Martinique	Sainte-Lucie	Saint-Vincent	Barbade	Grenade	Trinidad	Bonaire	Curaçao	Margarita
Biomphalaria glabrata	+	+					+		+		+	+	+	+		+	+	+						+	
Biomphalaria schrammi	?			?							?						+					?			
Drepanotrema lucidum	+		+											+			+	+				+			
Drepanotrema kermatoides	+		+											+			+								
Drepanotrema cimex	+																+								
Drepanotrema anatinum	+																					+			
Drepanotrema aeruginosum	+		+	+													+					+	+	+	+
Helisoma trivolvis	+	+															+								
Plesiophysa granulata	+						+													+					
Lymnaea cubensis	+		+														+	+							
Physa marmorata	+	+		+			+	?	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
Physa cubensis	+		+				+					+					+								
Gundlachia radiata	+										+						+	+	+		+	+			
Potamopyrgus parvulus	+	+		+	+	+	+	+						+		+	+	+	+		+		+	+	
Ampullaria glauca	+						+							+			+	+		+	+	+			
Neritina punctulata	+																+	+	+						
Neritina succinea																	+	+							
Neritina virginea	+	+	+			+				+			+				+	+		+	+	+			
Eupera viridana	?						+							+			+			?					
Pisidium punctiferum	?																+	+				+			
Congeria leucophaeata	+	+		+										+											

Tableau 1. — Répartition géographique de la faune malacologique dulçaquicole de la Guadeloupe.

Source MNHN, Paris

Biomphalaria glabrata.

Biomphalaria glabrata dans le milieu naturel (ravine des Coudes).

BIBLIOTH
MUSEUM
PARIS

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

2. — Coquille de taille moyenne ou petite (5 à 10 mm). Appareil génital mâle comprenant un prépuce, un pénis et un ou deux flagelles glandulaires..... Genre *Drepanotrema*.

3. — Coquille de taille moyenne (10 à 15 mm). Appareil génital mâle comprenant un grand organe préputial relié au fourreau du pénis par un conduit externe..... Genre *Helisoma*.

1. Genre *Biomphalaria* Preston, 1910.

a : *Biomphalaria* de grande taille (jusqu'à 30 mm). Présence d'une crête rénale..... *Biomphalaria glabrata*.

b : *Biomphalaria* de taille moyenne (7 à 8 mm). Dernier tour de spire fortement dévié vers la gauche chez les spécimens adultes. Absence de crête rénale. Fourreau du pénis au minimum quatre fois plus long que le prépuce..... *Biomphalaria schrammi*.

1. — *Biomphalaria glabrata* (Say 1818) (pl. 1, n° 9-10-11)

Ce mollusque est connu comme étant le principal vecteur de la Schistosomose en Amérique du Sud et aux Antilles. Un grand nombre de noms de Genres et d'espèces lui ont été attribués un peu partout dans la zone néotropicale. Paraense (1961) considère que 11 espèces sont synonymes d'*Australorbis glabratus* et Harry (1962) dresse un catalogue de noms de Genres et d'espèces de Planorbidae dans lequel il groupe 23 espèces sous la dénomination de *Taphius glabratus*. C'est sous le nom de *Planorbis glabratus* que Say, en 1818, a décrit cette espèce de Caroline du Sud. Cependant, par la suite, ce planorbe n'a jamais été retrouvé dans cette localité et Pilsbry (1934) a montré que les coquilles décrites par Say provenaient, en fait, de la Guadeloupe et correspondaient donc au *Planorbis guadeloupensis* que Sowerby avait décrit en 1822. La dénomination *glabratus* prévaut donc sur celle de *guadelaupensis*.

Wagner, en 1827, publie un catalogue des coquilles qui ont été récoltées par Spix au cours d'un voyage au Brésil de 1817 à 1820. Parmi celles-ci, six espèces provenant de la région de Bahia peuvent être considérées comme des synonymes de *B. glabrata*. Il s'agit de *Planorbis olivaceus* Spix, *P. ferrugineus* Spix, *P. lugubris* Wagner, *P. nigricans* Spix *P. albescens* Spix et *P. viridis* Spix.

Deux espèces sont signalées par Beck en 1838 : il s'agit de *Planorbis antillarum* Beck dont l'origine est seulement « Antilles » et *P. lundii* Beck qui est placé en synonymie de *P. olivaceus* par Germain (1921). Cette espèce est indiquée comme provenant du Brésil par Beck. Anton, en 1839, décrit *Planorbis concavospira* d'Amérique du Sud et Moricand (1853) signale un *P. dentifer* à Bahia.

En 1859, Drouet trouve en Guyane française et au Surinam *Planorbis xerampelinus* et, en 1878, Sowerby publie la description d'un *Planorbis antiguensis* provenant de l'île d'Antigua.

Martini et Chemnitz (1886) publient leur travail dans lequel Dunker décrit *Planorbis bahiensis* de Bahia, *P. becki*, également du Brésil et *P. bolivianus* de Bolivie.

En 1821, Germain, en faisant la révision des mollusques de l'Indian Museum de Calcutta, cite *Planorbis blauneri* Shuttleworth de l'île de Vieques.

Enfin, en 1923, Lutz décrit *Planorbis immunis* de Rio de Janeiro et Pilsbry, en 1934, *Australorbis glabratus christophorensis* de l'île de Saint-Kitts.

Toutes ces espèces sont, *fide* Paraense (1961) et Harry (1962), des synonymes de *Biomphalaria glabrata*. Cette floraison de descriptions depuis le début du XIX^e^ siècle s'explique par la grande variabilité conchyliologique de cette espèce ainsi que par le manque de données anatomiques (Richards et Ferguson 1965). Rappelons qu'actuellement la présence d'une crête rénale a été reconnue comme un bon critère spécifique (Pinto et Deslandes 1953, Paraense et Deslandes 1955, Barbosa et Coelho 1957).

En Guadeloupe, des mensurations effectuées sur différentes populations de *B. glabrata* ont montré cette variabilité conchyliologique. Ces mensurations sont : le diamètre de la coquille (De), le diamètre ombilical (Do) et la hauteur de la coquille (H) (Mandahl-Barth 1959). A partir de ces

Source : MNHN, Paris

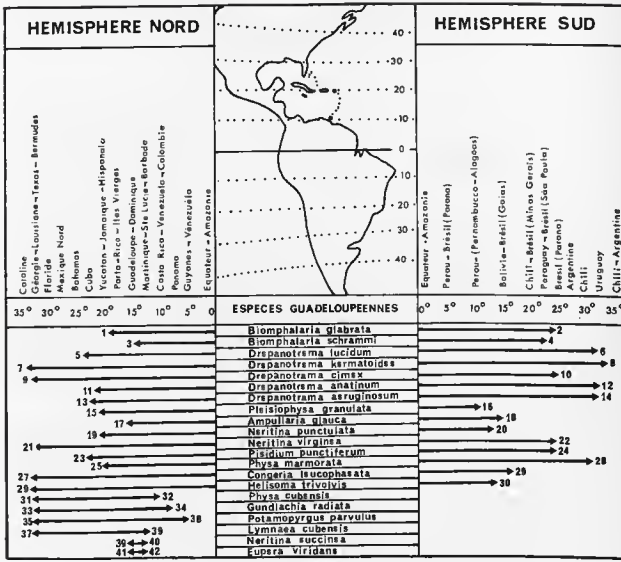

FIG. 23. — Aires de répartition des Mollusques dulçaquicoles guadeloupéens.

1. — Hispaniola (CROSSE, 1891). 2. — Brésil (LUCENA, 1956). 3. — Guadeloupe (PARAENSE *et al.*, 1964). 4. — Brésil (PARAENSE *et al.*, 1964). 5. — Bahamas (CLENCH, 1963). 6. — Uruguay (FIGUEIRAS, 1965). 7. — Texas (HARRY et HUBENDICK, 1964). 8. — Argentine (STROBEL, 1874). 9. — Texas (PILSBRY, 1934). 10. — Brésil (LUCENA, 1956). 11. — Mexique (AGUAYO et JAUME, 1947). 12. — Argentine (D'ORBIGNY, 1835). 13. — Bahamas (HARRY et HUBENDICK, 1964). 14. — Uruguay (FIGUEIRAS, 1965). 15. — Cuba (AGUAYO et JAUME, 1947). 16. — Brésil (MORRETES, 1949). 17. — Saint-Martin (COOMANS, 1967). 18. — Bolivie (PAIN, 1950). 19. — Cuba (AGUAYO et JAUME, 1947). 20. — Brésil (RECLUZ, 1850). 21. — Floride (AGUAYO et JAUME, 1947). 22. — Brésil (MORRETES, 1949). 23. — Mexique (KUIPER, *comm. pers.*). 24. — Paraguay (KUIPER, *com. pers.*). 25. — Cuba (AGUAYO et JAUME, 1947). 26. — Uruguay (FIGUEIRAS, 1965). 27. — U.S.A. (ANDREWS, 1971). 28. — Brésil (DALL, 1895). 29. — Texas (AGUAYO et JAUME, 1947). 30. — Brésil (PARAENSE, 1976). 31. — Bermudes (CLENCH, 1936). 32. — Venezuela (BAKER, 1930). 33. — Géorgie (HUBENDICK, 1967). 34. — Venezuela (HUBENDICK, 1967). 35. — Texas (CROSSE, 1892). 36. — Guyane (TILLIER, *com. pers.*). 37. — Floride (AGUAYO et JAUME, 1947). 38. — Venezuela (BAKER, 1930). 39. — Guadeloupe (POINTIER, 1974). 40. — Sainte-Lucie (STURROCK, *com. pers.*). 41. — Guadeloupe (KUIPER, *com. pers.*). 42. — Barbade (KUIPER, *com. pers.*).

Source : MNHN, Paris

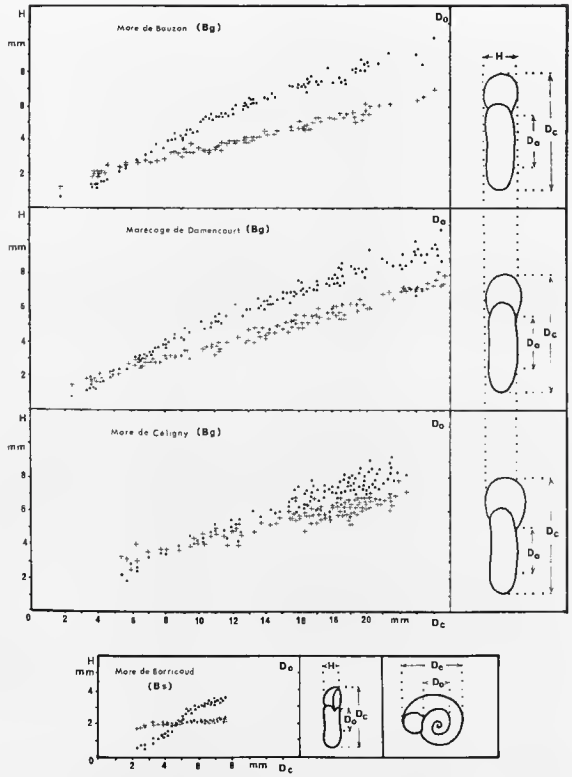

FIG. 24. — Caractéristiques conchyliologiques de trois populations allopatriques de *Biomphalaria glabrata* (en haut), et d'une population de *Biomphalaria schrammi* (en bas).

Points sur les graphiques = Dc/Do. Croix sur les graphiques = Dc/H (H = hauteur de la coquille — Dc = diamètre de la coquille — Do = diamètre ombilical).

Source : MNHN, Paris

mesures, différents rapports ont été établis : entre Dc et Do (marqué par des points sur le graphique) et entre Dc et H (indiqué par des croix sur le graphique).

La variabilité se manifeste sur deux plans :

1. — *Variation à l'intérieur d'une même population* où les points qui correspondent à chaque mesure sont plus ou moins bien alignés. Pour certaines populations (comme celle de la mare de Cêtigny), la variation est telle que les points forment de véritables nuages (fig. 24c) Cette variation individuelle est un phénomène bien connu chez toutes les espèces animales et, en particulier, chez les mollusques (Mayr 1974).

2. — *Variation entre différentes populations* où les nuages de points se présentent plus ou moins bien séparés (fig. 24). L'accroissement de Do et de H n'est pas linéaire lorsque la taille de la coquille augmente. A l'éclosion, les rapports Dc/Do et Dc/H sont toujours constants (Mandahl-Barth 1959). C'est plus tard, au cours de la croissance, que les différences entre les diverses populations apparaissent. La variation géographique est également un phénomène général dans les espèces animales. La taille ainsi que les proportions sont les caractères les plus sujets à cette variabilité (Mayr 1974). Dans le cas de *B. glabrata*, il est intéressant de constater que ces variations sont à l'échelle microgéographique. L'aire occupée par les populations étudiées peut être très restreinte (c'est le cas des mares) ainsi que les distances séparant celles-ci qui peuvent être très faibles. En effet, certaines mares hébergeant des populations très différentes ne sont parfois séparées que par quelques centaines de mètres. La variation microgéographique a déjà été mise en évidence chez les mollusques terrestres tels *Cepaea nemoralis* (Sheppard 1952).

Ces mesures conchyliologiques et les rapports que l'on peut en déduire ont également servi à caractériser les différentes espèces guadeloupéennes de la Famille des Planorbidae qui seront traitées dans les paragraphes suivants.

Les limites de la répartition de *Biomphalaria glabrata* sont, au Nord, Haïti (Crosse 1891) et au Sud, l'état de Parana au Brésil (Lucena 1956). Dans l'hémisphère Nord on trouve *B. glabrata* dans les îles antillaises d'Haïti (Crosse 1891), en particulier sur le territoire de la République dominicaine, à Porto-Rico (Crosse 1892, Fergusson et Richards 1963, Harry et Hubendick 1964), Vieques (Germain 1921), Saint-Martin (Coomans 1967), Saint-Kitts (Pilsbry 1934), Antigua (Sowerby 1878), Montserrat (Pointier 1975), Guadeloupe (Schramm 1869, Maze 1883, Crosse 1892, Gretillat 1967, Floch 1969, Pointier 1974), la Dominique (symposium sur la lutte contre la Schistosomose dans la Caraïbe d'Avril 1973 ; l'introduction de *B. glabrata* en Dominique serait récente), Martinique (Maze 1874, Bordaz 1899, Dreyfuss 1953, Gretillat 1967, Guyard et Pointier 1979), Sainte-Lucie (Malek 1965, Sturrock 1973). Ce planorbe est également présent à Curaçao (Kuyp 1949-1951), au Venezuela (Vernhout 1914, Baker 1930) et dans les Guyanes (Vernhout 1914).

Dans l'hémisphère Sud, *B. glabrata* a été récolté au Brésil (Wagner, 1827, Haas, 1939, Morretes, 1949, Lucena, 1956, Paraense et Correa, 1965).

B. glabrata serait donc absent au Nord, d'Haïti (fig. 25). La faune malacologique de Cuba a été bien étudiée (Aguayo et Jaume, 1947) et l'île héberge plusieurs espèces de *Biomphalaria* et de *Drepanotrema* que l'on trouve dans le reste des Antilles. La faune du Sud des USA (Floride, Texas, Louisiane, Caroline du Sud) est également bien connue. Il semble donc que Haïti constitue la limite nord de l'aire de répartition de *B. glabrata*. Dans les Petites Antilles, beaucoup d'îles hébergent cette espèce et la répartition s'avère à peu près égale entre les îles basses et calcaires situées sur l'arc antillais externe (Marie-Galante, Désirade, Grande Terre, Antigua, Saint-Martin) et les îles hautes à volcanisme actif de l'arc interne (Sainte-Lucie, Martinique, Dominique, Guadeloupe, Montserrat, Saint-Kitts).

Sur le continent Sud-américain, *B. glabrata* n'est présent qu'à l'Est des Andes et paraît répandu essentiellement dans les zones de forte densité humaine comme le Nord du Venezuela et le Nord-Est du Brésil (Rio Grande do Norte, Parahiba, Pernambuco, Alagoas). La limite sud de l'extension de l'espèce se situerait dans l'État de Parana (Fig. 25). En Bolivie, la seule référence fournie par la littérature est celle de *Planorbis bolivianus* Dunker, 1886. Cette espèce ne semble pas avoir été récoltée depuis. En 1914, Vernhout signale la présence de *Planorbis guadeloupensis* en Colombie, et celle de *P. oli-*

Source : MNHN, Paris

vaceus au Mexique. Plus récemment, HARRY et HUBENDICK (1964) ont exclu de ces pays la présence de *B. glabrata*. Par ailleurs, *B. glabrata* n'a jamais été signalé en Amérique Centrale.

En Guadeloupe, *B. glabrata* a été récolté dans de nombreux milieux : mares, étangs, forêts marécageuses à *Pterocarpus*, canaux et ravines. En revanche, on ne l'a jamais trouvé dans le lit des grandes rivières.

Les tests d'émission ont permis de découvrir que *B. glabrata* héberge en Guadeloupe un total de 9 espèces de Trématodes que l'étude au niveau cercaire a permis d'attribuer aux ECHINOSTOMATIDAE (2 espèces), CATHAEMASIIDAE (1 espèce), CLINOSTOMATIDAE (1 espèce), STRIGEIDAE (3 espèces), DIPLOSTOMATIDAE (1 espèce), et SCHISTOSOMATIDAE (1 espèce : *Schistosoma mansoni*) (COMBES et NASSI, communication personnelle, NASSI, 1975-1978, DUBOIS et NASSI, 1977).

Biomphalaria schrammi (CROSSE, 1864)

(Pl. 2, nº 12 à 14)

Ce planorbe a été décrit par CROSSE (1864) sous la dénomination de *Planorbis schrammi* (*J. Conch. Paris* 12 : 153). C'est un *Biomphalaria* plus petit que le précédent (7-8 mm) et qui s'en distingue facilement par la déviation très prononcée du dernier tour de spire chez les adultes (Pl. 2, Nº 12 à 14).

Quelques mesures effectuées sur les coquilles d'une population de la mare de Borricaud nous montrent que ce phénomène de déviation se produit sur les Mollusques à partir d'une taille de 5 à 6 mm (Fig. 24). On constate en effet que l'évolution du diamètre ombilical (Do) subit une brusque modification lorsque les tests dépassent la taille de 5 mm.

B. schrammi n'a été récolté qu'en Guadeloupe, en Martinique (GUYARD et POINTIER, 1979), au Venezuela (MALEK, 1969) et au Brésil (PARAENSE et al., 1964). De nombreux synonymes peuvent lui être accordés et, notamment, *Planorbis janeirensis* Clessin, 1884, *P. paparyensis* BAKER, 1914, *P. incertus* LUTZ, 1918, *P. nigrilabris* LUTZ, 1918. Par ailleurs, *B. schrammi* est très proche d'une autre espèce, *Biomphalaria helophila* (D'ORBIGNY, 1835). La ressemblance des coquilles est telle qu'il est impossible de les distinguer et seul l'appareil génital mâle permettrait la différenciation (PARAENSE et al., 1964) : chez *B. schrammi*, le fourreau du pénis est « *au minimum quatre fois plus long que le prépuce* » alors que chez *B. helophila*, celui-ci est « *aussi long, jusqu'à quatre fois plus lang que le prépuce* ». Ces critères de différenciation établis par PARAENSE peuvent prêter à confusion car on voit mal la différence qu'il pourrait y avoir entre un *helophila* et un *schrammi* présentant les deux cas extrêmes. Des études plus approfondies restent à faire sur la variation de ces caractères anatomiques au sein d'une population et également entre des populations allopatriques. En cas de synonymie des deux espèces, *B. helophila* (D'ORBIGNY, 1835) prévaudrait donc sur *B. schrammi* (CROSSE, 1964). En attendant, nous continuerons d'utiliser la dénomination *schrammi* pour l'espèce guadeloupéenne. Quoi qu'il en soit, *B. schrammi* et *B. helophila* ont certainement été confondus dans de nombreuses régions sous les dénominations diverses de *Planorbis albicans*, *P. janeirensis*, etc... Les limites de répartition de ce groupe d'espèces sont au Nord, la Louisiane et le Texas (HARRY et HUBENDICK 1964) et au Sud, l'Uruguay (FIGUEIRAS, 1965, Tabl. 1 et Fig. 23). En Guadeloupe, *B. schrammi* a été récolté dans quelques mares de Grande Terre.

2. Genre *Drepanotrema* Fischer et Crosse, 1880.

a : Coquille très plate et carénée pouvant atteindre 11 mm. Présence de deux flagelles glandulaires. Prépuce beaucoup plus long que le fourreau du pénis..... *Drepanotrema kermatoides*.

b : Coquille très plate mais non carénée pouvant atteindre 10 mm. Présence d'un seul flagelle glandulaire. Prépuce un peu plus long que le fourreau du pénis..... *Drepanotrema cimex*.

c : Coquille plate, non carénée, ne dépassant pas 8 mm. Présence de deux flagelles glandulaires. Prépuce beaucoup plus court que le fourreau du pénis..... *Drepanotrema lucidum*.

Source : MNHN, Paris

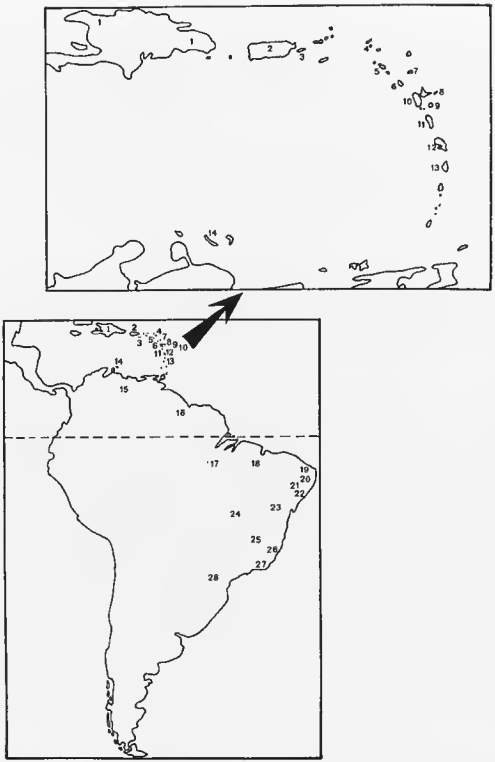

FIG. 25. — Carte de répartition de *Biomphalaria glabrata* dans les Antilles et en Amérique du Sud : 1. — Hispaniola (Haïti et Saint Domingue). 2. — Porto-Rico. 3. — Vieques. 4. — Saint-Martin. 5. — Saint-Kitts. 6. — Montserrat. 7. — Antigua. 8. — Désirade. 9. — Marie-Galante. 10. — Guadeloupe. 11. — Dominique. 12. — Martinique. 13. — Sainte-Lucie. 14. — Curaçao. 15. — Venezuela. 16. — Guyanes. 17. — Brésil (Para). 18. — Brésil (Maranhão). 19. — Brésil (Rio Grande do Norte). 20. — Brésil (Parahiba). 21. — Brésil (Pernambucco). 22. — Brésil (Alagoas). 23. — Brésil (Bahia). 24. — Brésil (Goias). 25. — Brésil (Minas Gerais). 26. — Brésil (Espirito Santo). 27. — Brésil (Rio de Janeiro). 28. — Brésil (Parana).

Source : MNHN, Paris

d : Coquille petite, ne dépassant pas 5,5 mm et présentant une sculpture particulière formant des lignes dans le sens de la spire. Présence de deux flagelles glandulaires. Prépuce plus long que le fourreau du pénis ..... *Drepanotrema aeruginosum.*

e : Coquille très petite, ne dépassant pas 3 à 4 mm, plate mais très épaisse (1,5 mm). Présence de deux flagelles glandulaires de grande taille, à peu près aussi longs que le prépuce. Prépuce sensiblement de même taille ou plus long que le pénis..... *Drepanotrema anotinum.*

Drepanotrema kermatoides (D'Orbigny, 1835)

(Pl. 2, n° 15 à 17)

D'Orbigny décrivit *Planorbis kermatoides* en 1835 (*Mag. Zool.* 5 (62) : 26-28). Paraense et Deslandes en firent une étude anatomique en 1957 et 1958c. C'est une espèce très caractéristique car très plate et carénée (Pl. 2, n° 15 à 17). La variabilité de la forme de la coquille est faible (Fig. 26). Ses principaux synonymes sont *Planorbis cultratus* D'Orbigny, 1841, *P. depressissimus* Moricand, 1837 et *Drepanotrema harryi* Ferguson et Gerhardt, 1956. Son aire de répartition dans les hémisphères Nord et Sud est très large puisqu'on la trouve du Texas (Harry et Hubendick, 1964) à l'Argentine (Strobel, 1874, Tabl. 1 et Fig. 23).

Ce *Drepanotrema* est très commun en Guadeloupe dans les mares de Grande Terre. On ne le récolte pas dans les eaux courantes.

Drepanotrema cimex (Moricand, 1837)

(Pl. 2, n° 18 à 20)

Planorbis cimex fut décrit par Moricand en 1837 (*Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève* 1837 : 33-42). C'est une espèce très plate mais non carénée (Pl. 2, n° 18 à 20). Les mesures effectuées sur une population récoltée dans la mangrove lacustre de Dubelloy-Devarieux nous montrent la faible variabilité des proportions de la coquille de cette espèce (Fig. 26).

Une étude anatomique de ce *Drepanotrema* a été réalisée par Paraense et Deslandes (1958a). Ses principaux synonymes sont *Planorbis bavayi* Crosse, 1875, *P. macnabianus* C. B. Adams, 1849 et *P. poeyanus* Clessin, 1884.

Son aire de répartition s'étend du Texas (Pilsbry, 1934) à l'État de Parana au Brésil (Lucena, 1956, Tabl. 1 et Fig. 3). En Guadeloupe, *Drepanotrema cimex* n'a été récolté que dans un seul type de biotope : les forêts marécageuses à *Pterocarpus officinalis*.

Drepanotrema lucidum (Pfeiffer, 1839)

(Pl. 2, n° 21 à 23)

Cette espèce fut découverte en 1839 par Pfeiffer qui la décrivit sous le nom de *Planorbis lucidus* (*Wiegm. Arch.* 1 : 35). Par la suite, Paraense et Deslandes (1956b, 1958d, 1960) en publièrent des études anatomiques. La coquille est plus épaisse que celle des deux espèces précédentes et a une couleur de miel (Pl. 2, n° 21 à 23). La variabilité de la forme du test est ici encore très faible (Fig. 26).

Les principaux synonymes de cette espèce sont *Planorbis melleus* Lutz, 1918, et *P. surinamensis* « dunker » Clessin, 1884. Son aire de répartition s'étend des Bahamas (Clench, 1963) à l'Uruguay (Figueiras, 1965, Tabl. 1 et Fig. 23).

D. lucidum est très commun en Guadeloupe dans les mares et les étangs. Il héberge les larves d'une espèce de Trématode (Combes et Nassi, communication personnelle).

Drepanotrema aeruginosum (Morelet, 1851)

(Pl. 3, n° 24 à 26)

Planorbis aeruginosus a été décrit par Morelet en 1851 (*Test. Nov. Inst. Cub. et Am. Centr.* : 15). Par la suite, l'espèce a fait l'objet d'autres descriptions non valides : *Tropicorbis nordestensis*

Source : MNHN, Paris

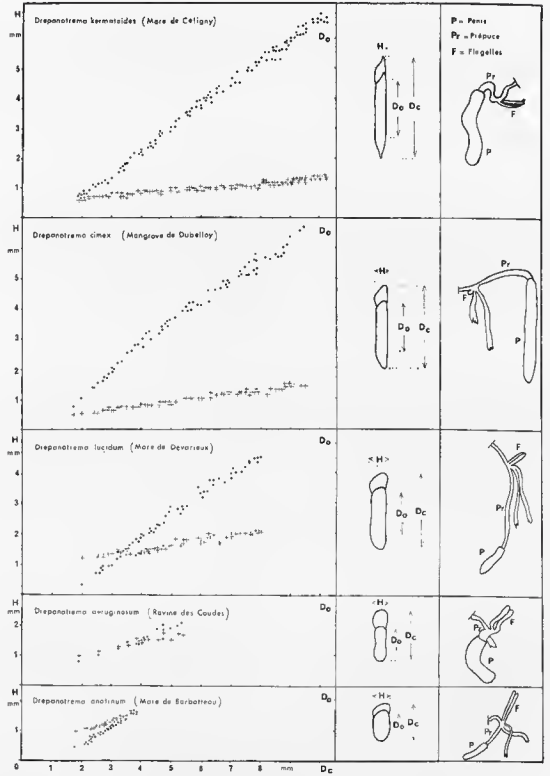

FIG. 26. — Caractéristiques conchyliologiques et anatomiques des divers *Dreparotrema* guadeloupéens (points sur les graphiques = De/Do — croix sur les graphiques = Dc/H — H = hauteur de la coquille — De = diamètre de la coquille — Do = diamètre ombilical).

Source : MNHN, Paris

Lucena, 1953 (Paraense et Deslandes, 1958b) et *Drepanotrema simmonsi* Ferguson et Gerhardt, 1956 (Ferguson et Richards, 1963).

La coquille de cette espèce ressemble à celle d'un petit *Biomphalaria* (Pl. 3, N° 24 à 26) et présente une assez forte variabilité (Fig. 26).

Drepanotrema aeruginosum est présent des *Bahamas* (Harry et Hubendick, 1964) à l'Uruguay (Figueiras, 1965, Tabl. 1 et Fig. 23). En Guadeloupe, on le trouve dans des milieux temporaires de Grande Terre comme des fossés ou des prairies inondées.

Drepanotrema anatinum (D'Orbigny, 1835)

(Pl. 3, n° 27 à 29)

D'Orbigny décrivit *Planorbis anotinus* en 1835 (*Mag. Zool.* 5 (62) : 28) et cita cette espèce en 1837 dans le « Voyage en Amérique Méridionale » (351 pl., 45 fig., 17 à 20). Ce *Drepanotrema* fut étudié au Brésil par Paraense et Deslandes (1956a). C'est la plus petite espèce du groupe : 3 à 4 mm (Pl. 3, n° 27 à 29). La forme de la coquille est très caractéristique comme le montrent les mesures effectuées sur la population d'une mare (Fig. 26).

L'aire de répartition de ce planorbe s'étend du Mexique (Aguayo et Jaume, 1947) jusqu'en Argentine (D'Orbigny, 1835, Tabl. 1 et Fig. 3). En Guadeloupe, *D. anotinum* a été récolté dans quelques mares.

3. Genre *Helisoma* Swainson, 1840.

Helisoma trivolvis (Say, 1917)

Say décrivit *Planorbis trivolvis* en 1917 (*Encycl. Arts Sci.* 2) et Paraense (1976) a montré que cette espèce a les synonymes suivants : *Planorbis fovealis* Menke, 1830, *P. affinis* Adams, 1849, *P. auriculatus* Clessin, 1884, *P. intermedius* « Phillipi » Dunker, 1849, *P. ancylostomus* Crosse et Fisher, 1879, et *P. equatorius* Cousin, 1887.

En 1964, Courmes et coll. signalent cette espèce en Guadeloupe dans la Rivière Aux Herbes (sous le nom d'*Helisoma carribaeum*). Floch l'a également récoltée dans la même rivière en 1969. En 1972, cette espèce avait disparu de ce gîte et n'a pu être retrouvée par la suite. *H. trivolvis* est néanmoins présent en Guadeloupe mais dans les aquariums de divers particuliers. Son aire de répartition s'étend du Texas (Aguayo et Jaume, 1947) au Pérou (Paraense, 1976, Tabl. 1 et Fig. 23).

V. — *Famille PHYSIDAE* (Planche 3)

Deux espèces sont présentes en Guadeloupe :

1. — Coquille fine, de forme globuleuse. Pénis et prépuce volumineux. Présence d'une glande préputiale proéminente ..... *Physa cubensis.*
2. — Coquille fine, en général de forme allongée. Pénis et prépuce fins. Absence de glande préputiale *Physa marmorata.*

Physa cubensis Pfeiffer, 1839

(Pl. 3, n° 30)

Physa cubensis a été décrit par Pfeiffer en 1839 (*Wiegm. Arch.* 1 (45) 354). Du point de vue conchyliologique, les deux *Physa* guadeloupéennes peuvent être facilement confondues. La présence d'une aire glandulaire proéminente sur le côté postérieur du prépuce chez *P. cubensis*, et son absence

Source : MNHN, Paris

chez *P. marmorata* nous paraît un bon critère de différenciation des deux espèces (HARRY et HUBENDICK, 1964, RICHARDS, 1964). Cette glande préputiale est bien visible, même chez les très jeunes individus.

L'aire de répartition de *P. cubensis* s'étend des Bermudes (GLENCH, 1936) au Venezuela (BAKER, 1930, Tabl. 1 et Fig. 23). Apparemment, cette espèce n'a donc pas été récoltée dans l'hémisphère Sud. En Guadeloupe, on la trouve dans quelques ravines et canaux.

Physa marmorata Guilding, 1828

(Pl. 3, n° 31)

Physa marmorata a été décrit par GUILDING en 1828, mais par la suite, la dénomination de *Physa sowerbyana* a semblé prévaloir (D'ORBIGNY, 1853 : *Moll. Cuba* 1 : 190), puis celle de *Aplexa sowerbyana* et enfin celle de *Aplexa marmorata*.

La coquille de *P. marmorata* est moins globuleuse que celle de *P. cubensis* et le complexe pénial beaucoup plus fin.

L'aire de répartition de *P. marmorata* débute seulement à Cuba (AGUAYO et JAUME, 1947) mais se termine dans l'hémisphère Sud en Uruguay (FIGUEIRAS, 1964, Tabl. 1 et Fig. 23). L'aire commune de répartition des deux espèces de *Physa* serait donc restreinte à la zone caraïbe. Cependant, la distinction des deux espèces étant délicate, il est possible que des confusions se soient produites, d'autant plus que *P. marmorata* et *P. cubensis* présentent souvent des populations sympatriques.

En Guadeloupe, on récolte *P. marmorata* dans de nombreux biotopes : ravines, canaux, mares, marécages, etc...

VI. — *Famille BULINIDAE* (Planche 3)

Sous-Famille PLEISIOPHYSINAE

Les BULINIDAE et les PLANORBIDAE sont quelquefois considérés comme des Sous-Familles des PLANORBIDAE (BULININAE et PLANORBINAE). HARRY (1962) les considère plutôt comme deux Familles d'une Super-Famille PLANORBACEA.

Les PLEISIOPHYSINAE sont considérés, quant à eux, comme une Sous-Famille des BULINIDAE (HARRY et HUBENDICK, 1964).

Les PLEISIOPHYSINAE sont représentés par une seule espèce en Guadeloupe.

Pleisiophysa granulata (« Shuttleworth » in Sowerby, 1873)

(Pl. 3, n° 32)

SHUTTLEWORTH décrivit cette espèce sous le nom de *Physa granulata*, puis SOWERBY en fit la publication en 1873 (*Conch. Icon.* XIX Pl. 5, Fig. a et b). Les synonymes reconnus par HARRY et HUBENDICK (1964) sont *Physa guadeloupensis* Maze, 1883 et *Pleisiophysa hubendicki* Richards et Ferguson, 1962.

P. granulata a une coquille sénestre, de forme globuleuse et couverte de petites épines qui disparaissent plus ou moins avec l'âge (Pl. 3, n° 32). Son aire de répartition s'étend de Cuba (AGUAYO et JAUME, 1947) à l'État de Pernambucco au Brésil (MORRETES, 1949, Tabl. 1 et Fig. 23). En Guadeloupe, cette espèce est assez répandue dans les mares et les étangs de Grande Terre.

Source : MNHN, Paris

VII. — *Famille LYMNAEIDAE* (Planche 3)

Genre *Lymnaea* Lamarck, 1799

Lymnaea cubensis Pfeiffer, 1839

(Pl. 3, nº 33)

Pfeiffer signale cette espèce en 1839 (*Wiegm. Arch.* 1 : 354). C'est le seul représentant de la Famille des lymnaeidae qui a été récolté en Guadeloupe au cours de nos prospections. Une autre espèce cependant est présente dans les Grandes Antilles : *Lymnaea columella* Say, 1817 (Ferguson et Richards, 1963).

On trouve *L. cubensis* uniquement dans l'hémisphère Nord de la Floride (Aguayo et Jaume, 1947) au Venezuela (Baker, 1930, Tabl. 1 et Fig. 23).

En Guadeloupe, plusieurs gîtes à *L. cubensis* ont été découverts dans des prairies inondées de Grande Terre. En Martinique, cette espèce est vectrice de la douve *Fasciola hepatica*. Ce parasite ne semble pas exister en Guadeloupe (Gretillat, 1967).

VIII. — *Famille ANCYLIDAE* (Planche 3)

Genre *Gundlachia* Pfeiffer, 1849.

Gundlachia radiata (Guilding, 1828)

(Pl. 3, nº 34)

Cette espèce fut décrite par Guilding en 1828 sous la dénomination de *Ancylus radiatus* (*Zool. J. London* 3 : 536). C'est un Mollusque à coquille patelliforme présentant des stries radiales et dont l'apex est parfois ponctué. En 1883, Maze signale la présence de deux espèces d'Ancylidae en Guadeloupe : *Gundlachia radiata* (sous le nom d'*Ancylus chyttyi*) et *Ferrissia irrorata* (sous le nom d'*Ancylus beaui*). *G. radiata*, qui est très commun, a été récolté dans de nombreux biotopes de Guadeloupe. Par contre, *Ferrissia irrorata* n'a pu être retrouvé. Les caractéristiques conchyliologiques de cette espèce sont les suivantes : présence d'une microsculpture radiale particulière de l'apex et absence de stries radiales du bord de l'apex jusqu'au bord de la coquille (Hubendick, 1964, 1967). L'examen de l'apex est souvent difficile, voire impossible à réaliser à cause des incrustations variées qui recouvrent presque toujours les tests. C'est ainsi que très souvent, au sein d'une population de *G. radiata*, on trouve un certain nombre d'individus n'ayant pas les stries radiales caractéristiques de l'espèce. Mais, du point de vue anatomique, ces spécimens ont toujours été similaires aux *G. radiata* typiques. Il n'a donc pas été possible de montrer la présence de *Ferrissia irrorata* en Guadeloupe.

G. radiata est présent dans les ravines, les canaux, les mares et les étangs des deux îles guadeloupéennes. On trouve cette espèce de la Géorgie et du Texas (Hubendick, 1967) au Venezuela et à la Colombie (Hubendick, 1967, Tabl. 1 et Fig. 23).

IX. — *Famille SPHAERIIDAE* (Planche 3)

Petits Mollusques Bivalves de forme ovalaire ou globuleuse.

1. — Coquille de forme ovalaire pouvant atteindre 8 à 9 mm, de couleur beige clair et la plupart du temps ponctuée de taches pourpres de forme variable. Test asymétrique.... *Eupera viridans.*

Source : MNHN, Paris

2. — Coquille de très petite taille (1 à 2 mm), blanche, lisse, de forme générale globuleuse. Test symétrique ..... *Pisidium punctiferum*.

Eupera viridans (Prime, 1865)

(Pl. 3, nº 35)

Eupera viridans a été décrit par Prime sous le nom de *Sphaerium viridante* (*Monog. Amer. Corb.* : 33-58). Ce petit Bivalve présente une pigmentation sujette à de grandes variations : on trouve en effet tous les intermédiaires entre des individus dépourvus de taches pourpres et des individus entièrement colorés.

Selon Kuiper (communication personnelle), cette espèce aurait les synonymes suivants : *Eupera parvulum* (Prime, 1865) de Porto-Rico, *E. barbadensis* (Prime, 1861) de la Barbade, et peut-être *E. cubensis* (Prime, 1865) de Cuba, lequel aurait, selon Heard (1965), une répartition assez large au Sud des USA (Floride, Alabama, Mississippi, Texas). L'aire de répartition de *E. viridans* s'étendrait donc du Sud des USA à la Barbade (Tabl. 1 et Fig. 23).

En Guadeloupe, *E. viridans* est commun dans les mares de Grande Terre et il héberge les larves du Trématode *Gorgoderina rochalimai* (Jourdane et Théron, 1975).

Pisidium punctiferum (Guppy, 1969)

(Pl. 3, nº 36)

Ce petit Bivalve a été décrit de Trinidad par Guppy sous la dénomination de *Cyclas punctifera* (*Ann. Mag. Nat. Hist.* 19 (3) : 160-161). *P. punctiferum* paraît avoir une aire de répartition beaucoup plus vaste que *E. viridans*. Kuiper (communication personnelle) a effectué les déterminations de séries de *P. punctiferum* provenant de Trinidad, de Cuba, du Mexique et de Jamaïque, et, en 1973, il a eu l'occasion de réviser quelques collections du Museum of Comparative Zoology, Harvard University (*P. punctiferum* provenant du Venezuela, du Mexique, de la Jamaïque et du Paraguay) ainsi que de l'American Museum of Natural History de New York (*P. punctiferum* de Cuba). Par ailleurs, Heard (1963) signale l'espèce au Texas, en Floride, au Mexique, au Guatémala, à Panama, à Cuba et à Trinidad (Tabl. 1 et Fig. 23). Par contre, les références de Herrington (1962) et de Heard (1962), relatives à la présence de l'espèce en Amérique du Nord (Grands Lacs) et en Europe, sont fausses par suite d'erreurs synonymiques (Kuiper, 1962).

Pisidium punctiferum est un Mollusque qui se plaît sur les fonds argileux des canaux et des ravines de la Basse Terre.

X. — *Famille DREISSENIDAE* (Planche 3)

Genre *Congeria* Partsch, 1835.

Congeria leucophaeata (Conrad, 1831)

(Pl. 3, nº 37)

Il faut également signaler la récolte dans une mare de Grande Terre, d'un exemplaire vivant de *Congeria leucophaeata* mesurant 7,5 mm (Pl. 3, nº 37). Sa présence dans cette mare est probablement accidentelle car cette espèce vit normalement dans des eaux saumâtres (S = 10 °/₀₀) comme celles du canal Belle Plaine ou de la mangrove de Folle Anse à Marie-Galante.

Congeria leucophaeata a une répartition assez large dans la zone néotropicale, des USA (Andrews, 1971) au Brésil (Dall, 1895), et a probablement comme synonymes : *Dreissena saltei* Recluz, 1852 et *Dreissena dominguensis* Recluz, 1852 (Toffart et Archambault, en prép.).

Source : MNHN, Paris

LES MOLLUSQUES VECTEURS DE LA SCHISTOSOMOSE EN GUADELOUPE ET DANS LA ZONE NÉOTROPICALE

Les différentes prospections malacologiques ainsi que les tests d'infestation des différents Mollusques, et en particulier des Planorbidae, nous ont montré qu'il n'existait en Guadeloupe qu'une seule espèce hébergeant les formes larvaires de Schistosoma mansoni : Biomphalaria glabrata. Cette espèce est déjà connue comme étant un des principaux vecteurs de la schistosomose aux Antilles et en Amérique du Sud (pan. am. hlth. org. 1968). Le deuxième *Biomphalaria* guadeloupéen (*B. schrammi*) n'a pas été trouvé porteur de larves de *S. monsoni*, et, de plus, n'est pas susceptible d'infestation au laboratoire. Par ailleurs, les autres espèces néotropicales susceptibles d'infestation expérimentale par *S. mansoni* n'existent pas en Guadeloupe. Il s'agit notamment de *Biomphalaria chilensis*, *R. havanensis*, *B. peregrina*, *B. sericea*, *B. amazonica*, *B. tenagophila* et *B. straminea* (Barbosa et Barbosa, 1958, Richards, 1963a, Michelson, 1976, Barbosa et al., 1958, 1963, Camargo, 1975, Paraense et Correa, 1963, Baraosa et Coelho, 1954). Parmi toutes ces espèces, seuls *B. tenagophila* et surtout *B. straminea* ont été trouvés infestés dans la nature.

Biomphalaria tenagophila est le vecteur de quelques souches de *S. mansoni* au Brésil qui seraient limitées aux vallées de la rivière Parahiba et Ribeira, État de São Paulo, ainsi qu'à différents sites urbains de Rio de Janeiro (pan. am. hlth. org., 1968, Perez et al., 1975, Toledo et al., 1976). Ce planorbe a une aire d'extension assez large au Brésil et dans les pays voisins (Fig. 27) et a été découvert récemment dans l'île antillaise de Saint-Vincent (Guyard, communication personnelle).

Biomphalaria straminea, bien que peu sensible aux différentes souches de *S. mansoni* (Baraosa et Coelho, 1954, 1956), est un vecteur très important au Brésil, en particulier dans la région du Nord-Est où il est en extension (Barbosa et Olivier, 1958). Ce planorbe a une aire de répartition assez large au Venezuela et au Sud du Brésil (Lucena, 1956, Cunea Neto, 1972, Miranda Froes et Farias Lima, 1975, Fig. 28). Aux Antilles, il paraît limité à la seule île de la Martinique où il serait actuellement le principal vecteur de la schistosomose (Guyard et Pointier, 1979). *B. straminea* aurait été introduit récemment à Hong-Kong (Meier-Book, 1974).

LES BIOTOPES À *BIOMPHALARIA GLABRATA* EN GUADELOUPE

Dans le tableau 2, nous avons fait le bilan du nombre de stations guadeloupéennes où chaque espèce de Mollusque d'eau douce a été récoltée. Les stations ont été réparties en deux grandes catégories : les milieux courants (rivières, ravines, canaux) et les milieux stagnants (bassins et réservoirs artificiels, forêts marécageuses à *Pterocarpus*, mares, étangs, prairies inondées). A ces deux grands types de biotopes, nous avons ajouté des gîtes particuliers qui correspondent à des bras morts et des infiltrations le long des cours d'eau et qui peuvent être considérés comme des milieux intermédiaires : stagnants à certaines périodes et courants à d'autres, ils dépendent surtout des conditions microclimatiques locales.

L'examen de ce tableau nous permet de classer la faune malacologique de la Guadeloupe en trois groupes principaux :

1. — Les espèces d'eau courante : *Potamopyrgus parvulus*, *Physa cubensis*, *Neritina virginea*, *N. punctulata* et *N. succinea*.

2. — Les espèces d'eau stagnante : *Drepanotrema lucidum*, *D. kermatoides*, *D. aeruginosum*, *D. anatinum*, *D. cimex*, *Biomphalaria schrammi*, *Eupera viridans*, *Pleisiophysa granulata* et *Lymnaea cubensis*.

Source : MNHN, Paris

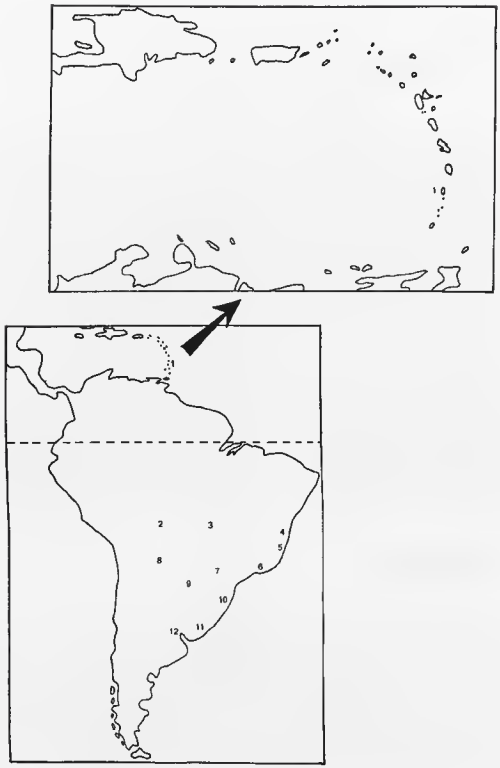

FIG. 27. — Répartition géographique de *Biomphalaria tenagophila*.

1. — Saint-Vincent. 2. — Bolivie. 3. — Brésil (Matto Grosso). 4. — Brésil (Bahia). 5. — Brésil (Espirito Santo). 6. — Brésil (Rio de Janeiro). 7. — Brésil (São Paulo). 8. — Argentine. 9. — Paraguay. 10. — Brésil (Rio Grande do Sul). 11. — Uruguay. 12. — Bassin du fleuve Uruguay.

Source : MNHN, Paris

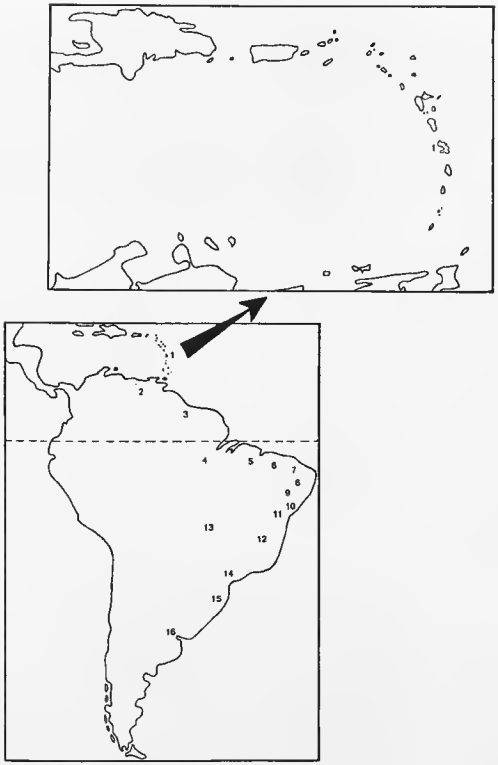

Fig. 28. — Répartition géographique de *Biomphalaria straminea*.

1. — Martinique. **2.** — Venezuela. **3.** — Guyanes. **4.** — Brésil (Para). **5.** — Brésil (Maranhão). **6.** — Brésil (Ceara). **7.** — Brésil (Rio Grande do Norte). **8.** — Brésil (Parahiba). **9.** — Brésil (Pernambucco). **10.** — Brésil (Sergipe). **11.** — Brésil (Bahia). **12.** — Brésil (Minas Gerais). **13.** — Brésil (Matto Grosso). **14.** — Brésil (Parana). **15.** — Brésil (Rio Grande do Sul). **16.** — Bassin du fleuve Uruguay.

Source : MNHN, Paris

3. — Les espèces ubiquistes : *Biomphalaria glabrata*, *Physa marmorata*, *Ampullaria glauca*, *Gundlachia radiata* et *Pisidium punctiferum*.

Espèces	Biotopes									Total général des stations étudiées
	Milieux courants				Milieux stagnants					
	Rivières Ravines	Canaux	# stations eaux courantes (Total)	Gites d'infiltrations	Bassins et réservoirs en béton	Forêts marécageuses à *Pterocarpus*	Mares et Etangs	Prairies inondées	# stations eaux stagnantes (Total)	
Biomphalaria glabrata	13	38	51	11	10	14	58	5	87	149
Physa marmorata	22	33	55	18	7	14	41	5	67	140
Ampullaria glauca	31	42	73	4	4	10	24	1	39	116
Drepanotrema lucidum	2	1	3			8	43	1	52	55
Drepanotrema kermatoides	2	1	3	1		5	34	3	42	46
Potamopyrgus parvulus	17	9	26		1		4	3	8	34
Gundlachia radiata	5	7	12	2		5	7		12	26
Eupera viridans	2		2			5	15		20	22
Biamphalaria schrammi	2	1	3				12		12	15
Neritina punctulata	10	2	12							12
Neritina virginea	8	2	10					1	1	11
Pleisiophysa granulata									7	7
Pisidium punctiferum		5	5			1	7	2	3	8
Lymnaea cubensis							3	2	5	5
Physa cubensis	1	4	5							5
Neritina succinea	4		4							4
Drepanotrema aeruginosum							1	3	4	4
Drepanotrema anotinum							2	2	4	4
Drepanotrema cimex						4			4	4

Tableau 2. — Répartition de la faune malacologique dulçaquicole en Guadeloupe.

Trois Mollusques dominent la faune malacologique guadeloupéenne : *Biomphalaria glabrata*, vecteur de la schistosomose, *Physa marmorata* et *Ampullaria glauca*.

Biomphalaria glabrata a été récolté dans presque tous les types de milieux dulçaquicoles que l'on rencontre en Guadeloupe : ravines, canaux, infiltrations le long des cours d'eau, forêts marécageuses à *Pterocarpus*, mares, étangs, prairies inondées, etc... Cependant, on ne l'a jamais trouvé dans les rivières importantes comme la Grande Rivière à Goyaves, la Grande Rivière à Vieux Habitants ou la Rivière Beaugendre.

En Basse Terre, les gites à *B. glabrata* sont essentiellement constitués par des canaux d'irrigation et quelques ravines (Fig. 29), tandis qu'en Grande Terre, l'espèce prolifère dans de nombreuses mares ainsi que dans les forêts marécageuses à *Pterocarpus* (Fig. 30).

B. glabrata a été trouvé infesté par *Schistosoma mansoni* dans deux grandes catégories de milieux : les canaux de la Basse Terre et les forêts à *Pterocarpus* situées, pour la plupart, en Grande Terre (Fig. 29

Source : MNHN, Paris

et 30). Par ailleurs quelques ravines de la côte sous le vent, le Grand Étang et quelques « gîtes d'infiltration » ont été trouvés contaminés.

B. glabrata est donc une espèce qui paraît capable de s'adapter à presque tous les types de milieux dulçaquicoles que l'on rencontre en Guadeloupe. Ce phénomène a également été observé dans d'autres îles antillaises comme Porto-Rico ou Sainte-Lucie (Harry et Cumbie, 1956a, Harry et al., 1957, Pimentel et White, 1959, Sturrock, 1973a). D'autre part, l'existence d'importantes fluctuations numériques au sein des populations de planorbes a également été montrée par différents auteurs dans divers biotopes antillais et sud-américains (Barbosa et Olivier, 1958, Ritchie et al., 1962, Sturrock, 1973a et b).

En Guadeloupe, des études écologiques entreprises dans différents biotopes types hébergeant *B. glabrata* nous ont permis de découvrir un certain nombre de facteurs responsables des fluctuations de ses populations.

Source : MNHN, Paris

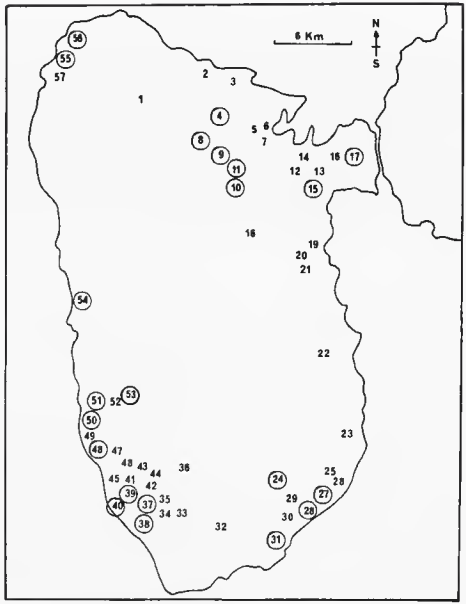

FIG. 29. — Répartition de *Biomphalaria glabrata* en Basse Terre (numéros encerclés : stations où *B. glabrata* a été trouvé infesté par *Schistosoma mansoni*).

1. Ravine à Sofaia. 2. Mangrove de Montplaisir. 3. Mangrove de Morne Rouge. 4. Affluent de la Grande Rivière à la Boucan. 5. Canal de la distillerie Montplaisir. 6. Canal de l'habitation Blachon. 7. Mangrove à Espérance. 8. Bassin de la distillerie Bonne-Mère. 9. Canaux à Boisbert. 10. Infiltrations à l'usine de Grosse Montagne. 11. Canal de l'usine de Grosse Montagne. 12. Canal de Bonfils. 13. Infiltrations à Budan. 14. Mare de Vounehe. 15. Canal d'Arnouville-la Retraite. 16. Mangrove de Houaromond. 17. Mangrove de Destrellan. 18. Infiltrations de la Grande Rivière à Barbotteau. 19. Canal de Roujol. 20. Canal de Montebello. 21. Canal de Carrère. 22. Bras mort de la rivière Bonfils. 23. Bassin de la distillerie Fromager. 24. Grand Étang. 25. Canal de l'habitation Bois Debout. 26. Canal de l'Anse à la Fontaine. 27. Canal de l'Habituée. 28. Canal de Bananier. 29. Infiltrations à Montplaisir. 30. Ravine à la Plaine. 31. Canal de la Coulisse de Trois Rivières. 32. Ancienne piscine de Dolé. 33. Bassin à Basse Terre-Grand Camp. 34. Bassin à Basse Terre-l'Ilet. 35. Dérivation d'un canal à Basse Terre-Dain. 36. Infiltrations aux Bains Jaunes. 37. Canal à Campry. 38. Canal à Basse Terre-Circonvallation. 39. Canal à Basse Terre-rivière des Pères. 40. Canal à Basse Terre-Pintado. 41. Infiltrations d'un canal à la Brigade. 42. Infiltrations du canal de la Coulisse de Baillif. 43. Bassin de la distillerie Bellevue. 44. Canal de la distillerie Bouvier. 45. Canal de la distillerie Bovis. 46. Canal de la distillerie Valeau. 47. Canal à Claire Fontaine. 48. Réservoirs à Grand Croix. 49. Canal à Vieux-Habitants. 50. Ravine Tarare. 51. Canal à Marigot. 52. Infiltrations de la rivière Beaugendre. 53. Ravine Grand Camp. 54. Canal à Pigeon. 55. Ravine Couleuvre. 56. Ravine à Pinaud. 57. Rivière Forban.

Source : MNHN, Paris

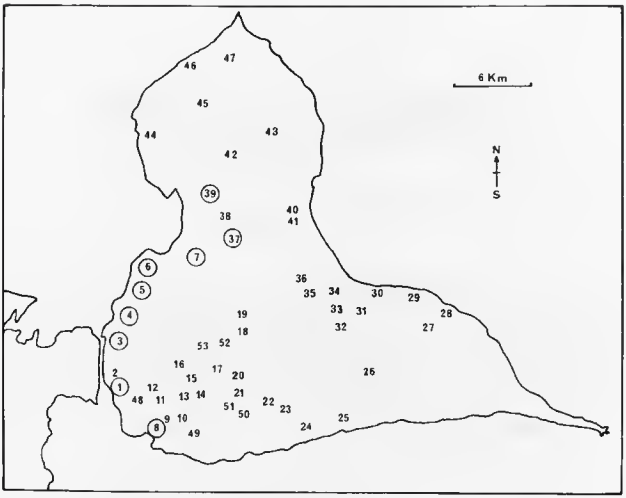

Fig. 30. — Répartition de *Biomphalaria glabrata* en Grande Terre (numéros encerclés : stations où *B. glabrata* a été trouvé infesté par *Schistosoma mansoni*). La présence de Mollusques infestés par *S. mansoni* a été démontrée indirectement par le piégeage de rats parasités dans les stations suivantes : mangroves de l'aéroport (3), Belle Plaine (4), Perrin (5), Vieux Bourg (6), Gosier (8), Les Rotours (37) et Vieux Blanchet (39).

1. Canaux à Pointe à Pitre. 2. Mangrove de la Gabarre. 3. Mangrove de l'aéroport. 4. Mangrove du canal Belle Plaine. 5. Mangrove du canal Perrin. 6. Mangrove de Vieux-Bourg. 7. Mangrove de Dubelloy-Devarieux. 8. Mangrove de Gosier. 9. Mare de Mathurin. 10. Mare de Barbès. 11. Mare à Réjoui. 12. Mare de Caraque. 13. Mare de Cocoyer. 14. Mare de Leroux. 15. Mare de Philémon. 16. Mare de Bauzon. 17. Mare de Céligny. 18. Mare de Borriceaud. 19. Mare de Dubisquet. 20. Mare de Jalousie. 21. Mare de Deshauteurs. 22. Mare de Eucher. 23. Mare de Champvert. 24. Mare de Guillou. 25. Marécage du moulin Monmain. 26. Mare de Gentilly. 27. Mare de Claret. 28. Mare des porte d'enfer du Moule. 29. Mare du lotissement du vieux moulin au Moule. 30. Marécage de Damencourt. 31. Mare de Alphonse. 32. Étang Cocoyer. 33. Mare de Bauvel. 34. Mare de Acomat. 35. Mare de Clugny. 36. Ravine des Coudes. 37. Mangrove du canal des Rotours. 38. Mangrove de Roujol. 39. Mangrove à Vieux Blanchet. 40. Marécage à Sainte-Marguerite. 41. Mare de Sainte-Marguerite. 42. Mare aux Mangles. 43. Mare de Gros Cap. 44. Mangrove de Port-Louis. 45. Mare de Bébian-baigner. 46. Mare de l'Anse Bertrand. 47. Mare de Saint-Jacques. 48. Mare Bois de Rose. 49. Mare du Morne à Cboutte. 50. Mare de Jacotière. 51. Mare de Bertrand. 52. Mare de Monfi. 53. Mare de Laverdure.

Source : MNHN, Paris

ÉTUDE DES PRINCIPAUX FACTEURS ÉCOLOGIQUES QUI RÉGISSENT LA VIE DU MOLLUSQUE VECTEUR DE LA SCHISTOSOMOSE EN GUADELOUPE, *B. glabrata*

PAR

Jean-Pierre POINTIER, André THÉRON,
Claude COMBES, Bernard SALVAT, Yves J. GOLVAN et André DELPLANQUE

Il est classique, en Écologie, de distinguer les facteurs vivants et non-vivants du milieu. Cependant, cette distinction très simple pose parfois des problèmes car certains facteurs, considérés comme abiotiques, peuvent être modifiés par la présence de certains êtres vivants (DAJOZ, 1970).

On peut également considérer des facteurs dépendants et indépendants de la densité de la population animale, mais, là encore, la séparation entre les deux catégories peut ne pas être absolue.

Pour notre étude des principaux facteurs qui agissent dans la dynamique des populations de *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe, nous avons utilisé une classification qui est proche de celle adoptée par DAJOZ et qui comportera les trois séries suivantes :

A. — les facteurs climatiques
B. — les facteurs abiotiques non-climatiques
C. — les facteurs biotiques

A. — LES FACTEURS CLIMATIQUES

L'influence des facteurs liés au climat sur le développement des populations de mollusques dulçaquicoles et, en particulier, sur celles des vecteurs des Schistosomiases, a été bien montrée un peu partout dans les diverses zones d'endémie, qu'il s'agisse des vecteurs de *S. japonicum* en Asie (MCMULLEN et coll. 1951), de ceux de *S. haematobium* et de *S. mansoni* en Afrique (WEBBE 1960, SHIFF, 1964, HIRA et MÜLLER 1966) ou des vecteurs de ce dernier en zone néotropicale (BARBOSA et OLIVIER 1958).

Nous avons vu qu'aux Antilles, on a l'habitude de distinguer deux saisons principales : le « carême », période fraîche et peu pluvieuse qui va de décembre à avril et l' « hivernage », période chaude et très arrosée, entre août et novembre. Entre les deux, c'est-à-dire d'avril à août, existe une saison intermédiaire au cours de laquelle l'abondance des pluies et la chaleur sont extrêmement variables d'une année à l'autre. En fait, si l'on considère que les milieux aquatiques réagissent avec un certain temps de latence aux facteurs climatiques, on peut se contenter de n'envisager que deux périodes dans l'année : une période sèche qui commence en février jusqu'à la fin du printemps ; une période humide en août-septembre. Ce cycle saisonnier a des conséquences importantes pour presque tous les milieux aquatiques, qu'ils soient courants comme les rivières ou les ravines, ou stagnants, comme la mangrove à *Pterocarpus* et les mares. (Fig. 31). La plupart des rivières voient leur débit diminuer au printemps

Source : MNHN, Paris

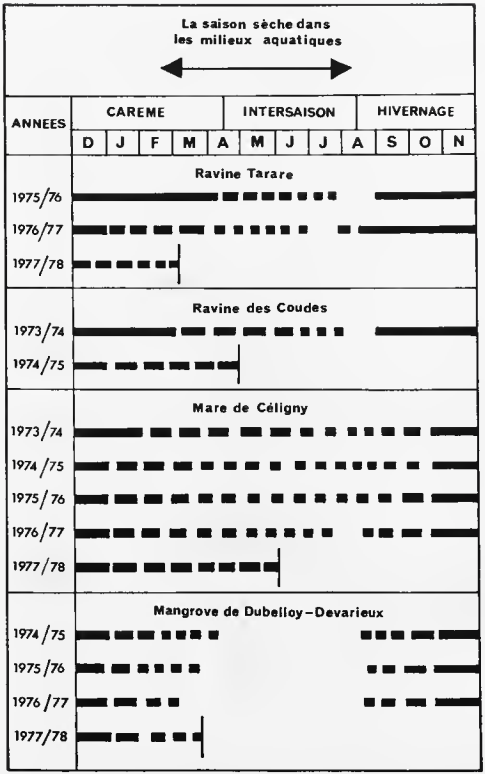

FIG. 31. — Cycle hydrologique de différents biotopes à *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe (traits pleins : périodes de mise en eau maximale des milieux, pointillés : périodes d'assèchement des milieux).

Source : MNHN, Paris

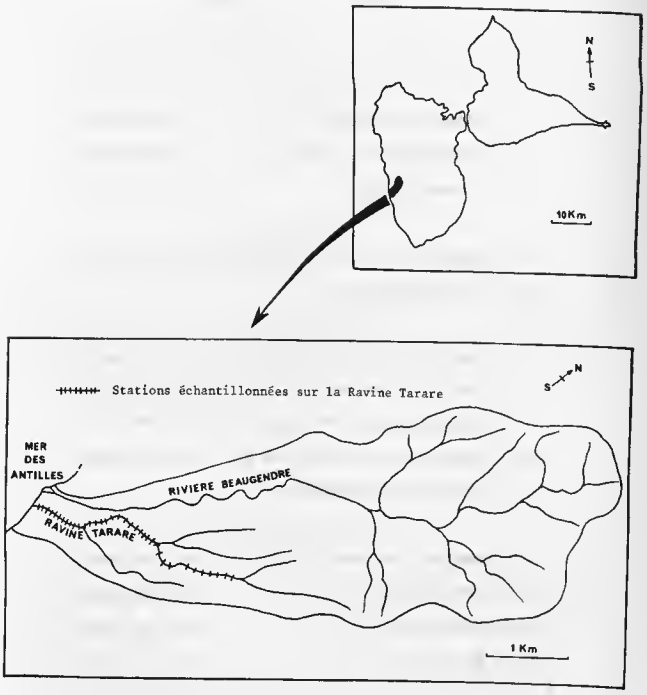

FIG. 32. — Le bassin versant de la rivière Beaugendre. Situation de la ravine Tarare et des 36 stations échantillonnées.

Source : MNHN, Paris

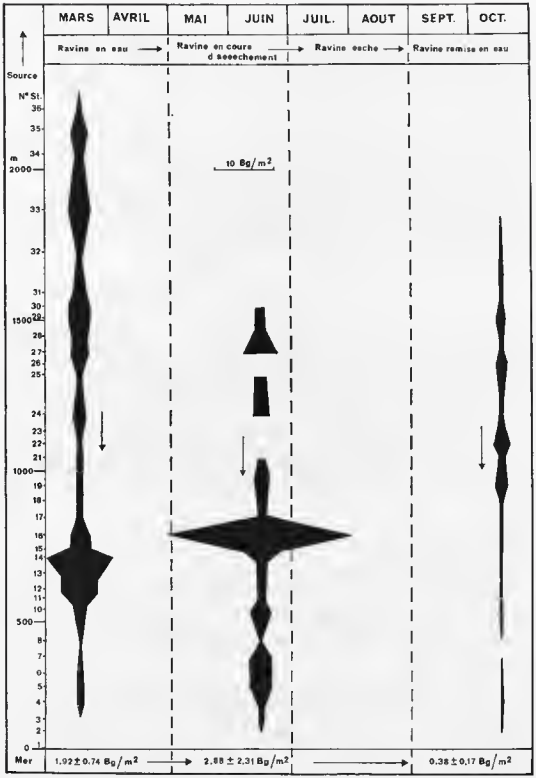

FIG. 33. — Répartition et densité de *Biomphalaria glabrata* le long de la ravine Tarare (vallée de Beaugendre) au cours d'un cycle saisonnier en 1976.

Source : MNHN, Paris

et certaines ravines s'assèchent même totalement pour des durées qui dépendent des microclimats (Fig. 31, ravine Tarare et ravine des Coudes). Le niveau des mares baisse également en été et certaines s'assèchent pour des périodes qui sont, ici également, très variables (Fig. 31, mare de Céligny). Dans le cas des forêts à *Pterocarpus*, les effets de la saison sèche sont encore plus prononcés puisque l'assèchement total peut durer de 5 à 6 mois chaque année (Fig. 31, mangrove de Dubelloy-Devarieux).

L'analyse des cycles annuels dans quelques-uns de ces biotopes nous a montré que les saisons qui déterminent le cycle hydrologique de la plupart des milieux aquatiques de Guadeloupe, constituent un des facteurs clés qui régissent le développement des populations malacologiques.

D'autre part, les facteurs climatiques agissent également de façon indirecte, par l'intermédiaire de phénomènes physiques tels la température ou le débit des cours d'eau.

Nous allons successivement tenter d'illustrer les influences saisonnières en analysant les cycles annuels dans différents biotopes à *B. glabrata* : les ravines, les mares, la forêt à *Pterocarpus* puis un étang forestier d'altitude. Enfin, nous étudierons plus particulièrement l'influence de la température et du régime des cours d'eau sur les populations de *B. glabrata*.

I. — Les rythmes saisonniers dans les biotopes à *B. glabrata*

1. — *les ravines* (figures 32 à 35)

Les ravines sont les seuls cours d'eau qui hébergent *B. glabrata*. En Basse Terre, les ravines peuvent constituer d'importants sites de contamination bilharzienne. En Grande Terre, elles ne coulent que durant quelques mois de l'année et en dehors de ces périodes, elles prennent l'aspect d'une succession de petites mares dont certaines finissent par s'assécher totalement en été.

a) Exemple d'une ravine de Basse Terre : la ravine Tarare (Fig. 32-33).

Cette ravine fait partie du bassin versant de la rivière Beaugendre, foyer important de schistosomose. La ravine Tarare est un des principaux sites contaminés du foyer (Fig. 32) et elle héberge à certaines périodes d'importantes colonies de *B. glabrata*.

— *Caractéristiques de la ravine*

Situation : côte sous le vent de la Basse Terre.
Longueur étudiée : 2.300 m.
Profondeur : jusqu'à 1 m localement.
Caractères particuliers : lit rocheux — pas de végétation aquatique — couverture d'arbres presque totale.
Faune associée : Crustacés à certaines périodes (*Macrobrachium faustinum, M. heterochirus*), Poissons à certaines périodes (Mugilidae).
Faune malacologique : *Biomphalaria glabrata, Ampullaria glauca, Neritina virginea.*

— *Méthode d'échantillonnage*

36 stations, échelonnées à intervalles d'environ 70-100 m, ont été échantillonnées mensuellement en extrayant manuellement la totalité de la population malacologique. Un tel mode de prélèvement était possible en raison de la nature du fond (essentiellement rocheux). Les mollusques, après étude au laboratoire, sont replacés dans les stations d'origine.

Au début de l'année 1976, la ravine Tarare héberge une importante population de *B. glabrata* ($1{,}91 \pm 0{,}74$ individus adultes par m², Fig. 33). Dès le mois de mai, le débit de la ravine commence à diminuer. En juin, certaines sections sont déjà asséchées (Fig. 33) et l'assèchement complet est effectif début juillet. La densité des Mollusques est alors de $2{,}88 \pm 2{,}3$ individus adultes/m². Un mois après la remise en eau, en octobre, la densité des Mollusques est de $0{,}38 \pm 0{,}17$ individus/m². Après deux mois

Source : MNHN, Paris

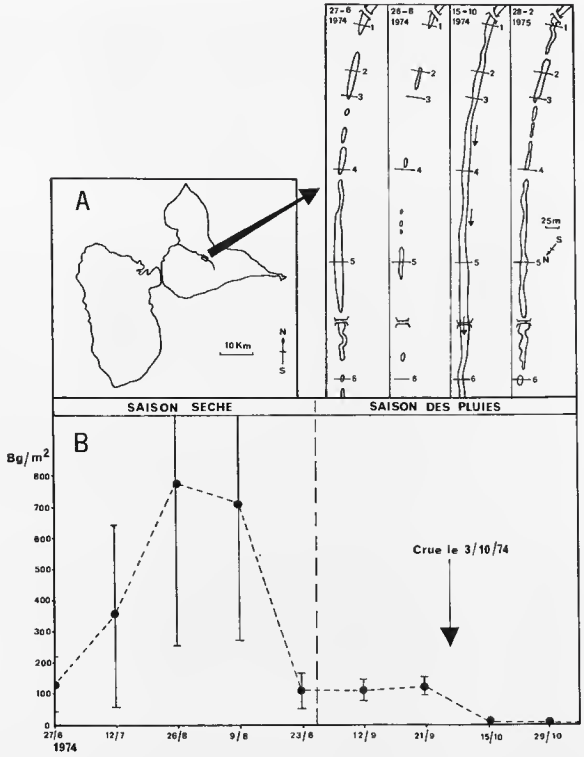

FIG. 34. — Ravine des Coudes.

A. — Situation et topographie de la section étudiée à quatre périodes de l'année.
B. — Évolution des populations de *Biomphalaria glabrata* au cours des saisons sèches et humides de 1974 (moyenne des 6 transects).

Source : MNHN, Paris

d'assèchement complet, on peut donc noter une baisse sensible dans les effectifs de *B. glabrata*. La densité des populations est en effet passée de 2,34 ± 1,65 individus/m² (moyenne des 3 derniers mois) à 0,38 ± 0,17 individus/m² après la remise en eau, soit une baisse d'environ 84 %. Les conséquences de la saison sèche paraissent donc à priori importantes ; cependant, il faut tenir compte des effets parfois brutaux des crues qui sont fréquentes au début de la saison des pluies et qui peuvent balayer une grande partie des populations résiduelles. Ce phénomène a en effet été mis en évidence lors de l'étude de la ravine des Coudes.

b) Exemple d'une ravine de Grande Terre : la ravine des Coudes (Fig. 34-35).

Cette ravine est le principal cours d'eau de la Grande Terre. Son débit est très fluctuant (Fig. 34).

— *Caractéristique de la ravine*

Situation : entre Vieux Bourg et Le Moule.
Longueur de la partie étudiée : 700 m environ en aval de l'usine Blanchet.
Profondeur maximale : jusqu'à 1 m localement.
Caractères particuliers : lit ensoleillé — centre vaseux — bordure avec végétation de Graminées et cailloutis.
Faune associée : Insectes (*Belostoma boscii, Hydrophilus insularis*...), Crustacés (*Macrobrachium faustinum, M. acanthurus, Xiphocaris elongata*), Poissons (*Tilapia mossambica, Poecilia reticulata*), Oiseaux (*Butorydes virescens, Tringa flavipes*).
Faune malacologique : *Biomphalaria glabrata, Ampullaria glauca, Physa marmorata, Eupera viridans, Drepanotrema lucidum, Lymnaea cubensis.*

— *Méthode d'échantillonnage*

6 stations sont échantillonnées le long d'une section de 700 m (Fig. 34 A). A chaque station, 3 prélèvements bi-mensuels de 1/10 m² sont effectués à l'aide d'un cylindre en tôle qui est enfoncé dans le milieu. Tous les organismes emprisonnés dans la colonne d'eau ainsi isolée sont prélevés à l'aide d'une passoire fine (vide de maille 1 mm). Le tri est effectué au laboratoire et, après analyse, les Mollusques sont replacés dans le milieu. Après l'assèchement complet de certains secteurs en juillet 1974, deux gîtes ont été choisis afin de déterminer la courbe de survie de *B. glabrata* à l'assèchement dans les conditions naturelles. A cette fin, des échantillons de 1/10 à 1 m² ont été prélevés à 2 semaines d'intervalle.

En 1974, dès le début de l'été, la ravine des Coudes a pris l'aspect d'une succession de petites mares (Fig. 34A). Les populations de *B. glabrata*, déjà très denses avant cette période (plus de 100 individus/m²), se concentrent au fur et à mesure du rétrécissement de leur milieu et atteignent localement plus de 1 500 individus/m². Certains de ces gîtes sont complètement asséchés fin juillet.

L'assèchement des collections d'eau et son influence sur les populations de *Biomphalaria glabrata* ont déjà été étudiés dans la zone néotropicale (Olivier, 1956, Barbosa et Olivier, 1958, Andrade, 1962). D'autre part, de nombreuses études de laboratoire ont été effectuées sur la résistance de *B. glabrata* à l'assèchement (Brumpt, 1941, Magalhaes Neto, 1953, Olivier, 1956, Olivier et Barbosa, 1956, Brand et al., 1957, Richards, 1963b., 1967, 1968, Sturrock, 1970).

En Guadeloupe, la connaissance de la date de l'assèchement de 2 gîtes dans la ravine des Coudes nous a permis de suivre *in situ* la survie des populations de *B. glabrata*.

Le premier gîte contenait, au moment de son assèchement total effectif le 16 juillet 1974, une très riche population de planorbes adultes atteignant une densité de 880 individus/m². Cette population était répartie de manière relativement homogène sur la vase du centre de la ravine et au pied des touffes d'herbe des bords. Dans les 40 jours qui ont suivi l'assèchement, le temps a été ensoleillé, si l'on excepte quelques journées nuageuses avec de rares averses. Des enregistrements de température effectués au cours d'une journée ensoleillée, sur la vase sèche et au pied des touffes d'herbe, montrent un effet tampon de la végétation qui se manifeste par un abaissement de plus de 15°C des maxima : 40°C à 12 h au pied des touffes d'herbe, et 55°C à la même heure sur la vase sèche (Pointier et Combes, 1976). Au cours de la même période, nous avons effectué des prélèvements après 12, 26 et 40 jours d'assèche-

Source : MNHN, Paris

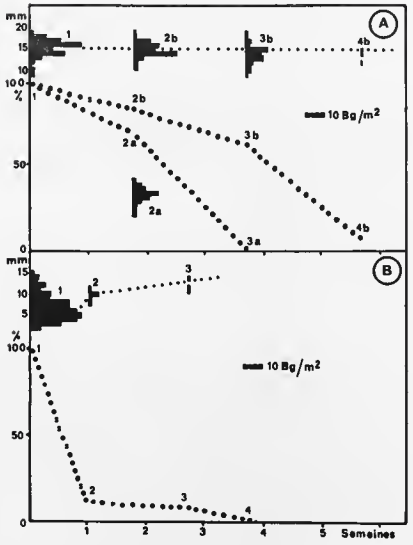

FIG. 35. — Ravine des Coudes.

A. — Premier gîte : courbe de survie de *Biomphalaria glabrata* à l'assèchement sur la vase sèche (o) et dans un groupement à *Paspalum disticum* (b). En haut, histogrammes des classes de taille ; dans cette population d'adultes, l'assèchement n'entraîne pas un déplacement du mode.

B. — Deuxième gîte : courbe de survie de *Biomphalaria glabrata* à l'assèchement sur la vase sèche. En haut, histogrammes des classes de taille ; dans cette population de jeunes, l'assèchement entraîne un déplacement du mode.

ment. Le pourcentage de Mollusques survivants est présenté (Fig. 35 A) avec leurs classes de taille. Trois constatations sont importantes :

1. — La survie dans l'herbe est nettement supérieure à la survie sur la vase sèche, ce qui montre que les maxima de température jouent un rôle capital, et est en parfait accord avec les résultats de STURROCK (1970).

2. — Le pourcentage des survivants sur la vase sèche, c'est-à-dire en plein soleil, reste, au moins pendant les 10 premiers jours, étonnamment élevé. La survie de quelques individus est nettement

Source : MNHN, Paris

favorisée par leur chute dans les craquelures de la vase. Des enregistrements de température simultanés réalisés à la surface et à 8 cm de profondeur dans les crevasses, montrent une amplitude nycthémérale de 30 à 35°C dans le premier cas, et de seulement 20 à 22°C dans le second (Pointier et Combes, 1976). Les craquelures de la vase ont donc une certaine valeur de milieu refuge à court terme.

3. — La mortalité des individus ne modifie pas l'allure générale des histogrammes des classes de taille (Fig. 35A).

Le deuxième gîte contenait, au moment de son assèchement effectif le 22 juillet 1974, une population de planorbes en grande majorité très jeunes, occupant un espace de vase très pauvre en végétation. La densité des planorbes (3 440/m²) est la plus forte que nous ayons observée en Guadeloupe. L'assèchement s'est effectué dans des conditions absolument semblables à celles du gîte précédent et nous avons fait des prélèvements à des intervalles de 7, 19 et 26 jours. Le pourcentage des survivants et leurs classes de taille sont indiqués (Fig. 35B).

Deux faits importants apparaissent :

1. — La mortalité est considérablement plus forte que chez les adultes bien qu'un faible pourcentage de survivants s'observe encore au 19e jour. Ceci est une confirmation dans les conditions naturelles des résultats expérimentaux de Sturrock (1970).

2. — La mortalité affecte spécialement les classes de taille inférieures comme en témoigne le déplacement du mode des histogrammes (Fig. 35 A et B).

L'ensemble des chiffres qui précèdent est certainement faussé, mais à un degré qu'il est délicat d'apprécier, par un facteur biotique. Il s'agit des *Butorydes virescens* (ou nom local Kio) qui consomment une quantité appréciable de planorbes demeurés à sec, en sélectionnant évidemment les survivants. Il en résulte que l'assèchement agit sur les populations de planorbes à la fois par deshydratation et en favorisant l'activité des Oiseaux prédateurs. Les milieux que nous qualifions de refuges protègent alors les populations de *B. glabrata*, non seulement de la dessication, mais aussi de leurs ennemis naturels.

La remise en eau de la ravine débuta durant les premiers jours de septembre et les populations résiduelles de Mollusques étaient encore importantes (plus de 100 individus/m², Fig. 34). Le 3 octobre, des pluies torrentielles balayèrent brutalement le lit de la ravine, et les prélèvements du 15 octobre ainsi que les suivants ne livrèrent que de rares planorbes (Fig. 34). Ainsi, paradoxalement, c'est surtout a remise en eau qui provoqua la plus grande perturbation au sein des populations malacologiques. Si l'assèchement local de certaines sections de la ravine a été fatal à d'importants agrégats de Mollusques, c'est surtout la crue du 3 octobre qui provoqua la disparition des populations de toute la section étudiée. Il est donc probable que dans ce type de cours d'eau, les crues constituent un des facteurs les plus importants de la limitation des peuplements malacologiques. Ces effets dévastateurs des crues ont d'ailleurs été signalés dans plusieurs études consacrées aux Mollusques d'eau douce, tant en Afrique (Webbe, 1960, Hira et Muller, 1966) qu'en Amérique du Sud et aux Antilles (Lutterhoser et Castellanos, 1945, Barbosa et Olivier, 1958, Rowan, 1959).

Ce phénomène est certainement encore plus important en Martinique où les ravines, particulièrement nombreuses, constituent l'habitat-type de *Biomphalaria straminea* qui pourrait bien être, dans cette île, le principal vecteur de la Schistosomose (Guyard et Pointier 1979).

2. *Les mares* (Fig. 36 à 40)

Les mares sont très nombreuses en Grande Terre. Pour la plupart d'origine artificielle, elles constituent une réserve d'eau importante pour le bétail et les usages domestiques. Leur fond est constitué par une argile de décalcification souvent tapissée de larges surfaces de cailloutis ou de blocs calcaires. L'importance de la végétation est très variable ; nulle parfois, elle peut présenter un recouvrement total de plantes herbacées (Polygonacées, Fougères, Graminées) ou flottantes (Pistias, Jacinthes, Lemnas).

Source : MNHN, Paris

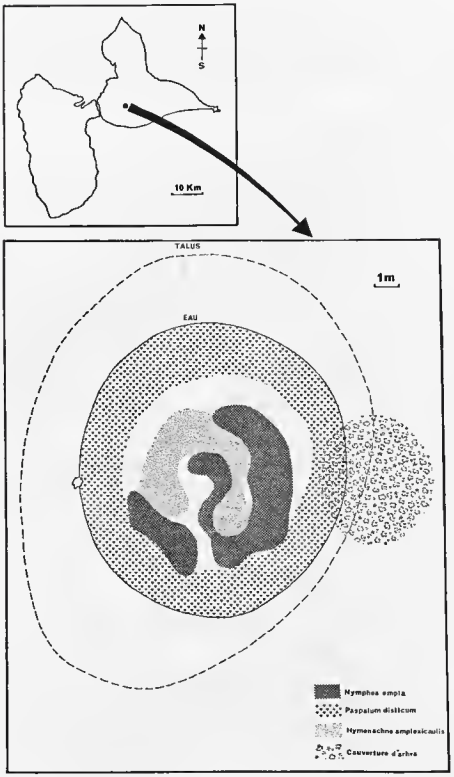

FIG. 36. — Mare de Céligny : situation et topographie en novembre 1975.

Source : MNHN, Paris

a) Cycle annuel des mares : exemple de la mare de Céligny (Fig. 36-37).

La mare de Céligny est typique d'une région de Grande Terre qui s'appelle les Grands Fonds. En été, le niveau de la mare baisse considérablement, et certaines années (comme en 1977), l'assèchement total est réalisé pendant quelques semaines. Des études menées de 1973 à 1978 nous ont permis de mettre en évidence les rythmes saisonniers de la mare et de ses peuplements.

— *Caractéristiques de la mare*

Situation : Nord des Grands Fonds.
Superficie maximale : 400 m².
Profondeur maximale : 1,20 m.
Flore : Graminées (*Hymenachne amplexicaulis*, *Paspalum distichum*), Characées et Naiadacées (*Chara sp.* et *Naias guadeloupensis*), Nénuphars (*Nymphea ampla*).
Faune associée : Hirudinées (*Helobdella punctatolineata*), Ostracodes (*Chlamydotheca unispinosa*), Cladocères, Insectes (*Belostoma boscii*, *Hydrophilus insularis*, *Ranatra galantae*, etc...), Batraciens (*Bufo marinus*), Oiseaux (*Butorydes virescens*), Mammifères (*Rattus rattus*).
Faune malacologique : *Biomphalaria glabrata*, *B. schrammi*, *Drepanotrema lucidum*, *D. kermatoides*, *Physa marmorata*, *Eupera viridans*.

— *Méthode d'échantillonnage*

Des prélèvements de 1/10 m² ont été effectués toutes les 2 semaines à l'aide d'un cylindre en tôle dans chacune des différentes strates végétales de la mare. Le nombre d'échantillons ainsi prélevés varie de 10 à 30 selon la surface de la mare. Le tri est effectué au laboratoire et, après autolyse, les Mollusques sont replacés dans le milieu. Cette méthode permet en outre d'échantillonner d'autres organismes peu agiles comme les Hirudinées et les Insectes. La précision de la méthode dépend évidemment du nombre d'échantillons ainsi que de la densité des Mollusques récoltés. Une comparaison avec une méthode plus précise de marquage et recapture nous a donné les résultats suivants : dans une mare proche de Céligny, 20 échantillons de 1/10 m² nous ont permis de calculer le nombre total de Mollusques présents dans la mare, N = 12.250 ± 4.230. Par la suite, le marquage de 4.700 Mollusques et la recapture de 4.080 individus, dont 1.218 marqués, nous ont donné un total de $N = \frac{4.700 \times 4.080}{1.218} = 15.743$ (les limites inférieures et supérieures de sécurité étant respectivement de 15.023 et 16.536). Le nombre total réel de Mollusques se trouve donc compris dans l'intervalle de confiance du chiffre fourni par la méthode du cylindre. Il faut également signaler que l'échantillonnage réalisé n'est valable que pour des Mollusques de taille supérieure à 4-5 mm car il est impossible de récolter les nouveau-nés (< 1 mm) et, d'autre part, les juvéniles de 1 à 4 mm sont très sous-estimés (Dazo et col., 1966). C'est pourquoi sur les graphiques ne seront représentées que les classes de taille supérieures à 5 mm (Fig. 37 B). La croissance des Mollusques a été estimée par la méthode des cohortes qui consiste à suivre l'évolution du mode principal des classes de taille au cours du temps (Fig. 37 C). L'état hydrologique de la mare a été apprécié par des mesures de sa surface (Fig. 37 A).

La mare est à son plus haut niveau en novembre, puis les eaux baissent, la surface diminue et le minimum est atteint en juillet-août (Fig. 37 A). La remise en eau intervient ensuite vers la mi-août et le maximum est de nouveau atteint en novembre.

Les populations malacologiques, et en particulier celles de *B. glabrata*, sont étroitement dépendantes de ce cycle saisonnier. En effet, environ un mois après la remise en eau, les populations d'adultes qui ont résisté à la saison sèche pondent massivement, ce qui se traduit, dès le mois d'octobre, par l'apparition d'une génération importante de jeunes dont la cohorte va évoluer durant le reste de l'année (Fig. 37 B). L'évolution du mode principal des classes de taille nous permet d'évaluer la vitesse de croissance des Mollusques, et l'on peut s'apercevoir que chaque année, les populations de *B. glabrata* sont ainsi entièrement renouvelées. L'évolution de la cohorte de jeunes, qui apparaît après la remise en eau de la mare, s'effectue de façon régulière tous les ans, comme le montrent les données de trois années (Fig. 37 C).

Source : MNHN, Paris

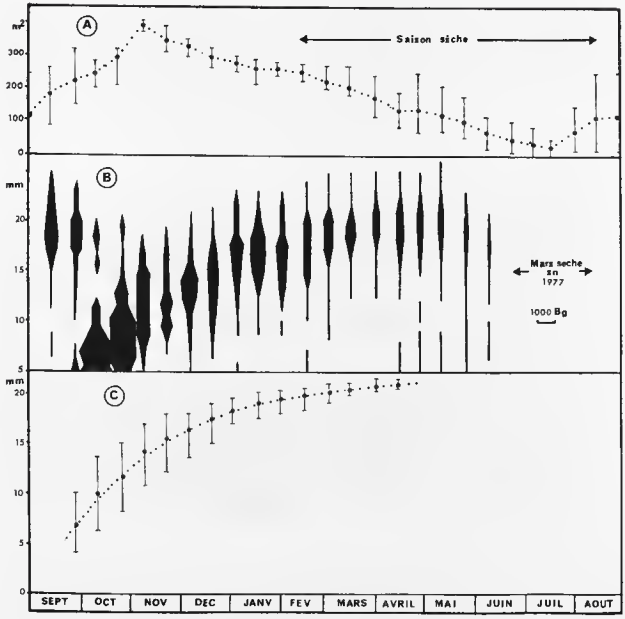

FIG. 37. — Cycle annuel de la mare de Céligny.

A. — Évolution de la surface de la mare (moyenne de 3 années ; minimum et maximum indiqués).

B. — Évolution des classes de taille de *Biomphalaria glabrata* en 1976/1977.

C. — Évolution annuelle de la taille moyenne de *Biomphalaria glabrata* d'après l'évolution des cohortes (moyenne de 3 années ; minimum et maximum indiqués).

Source : MNHN, Paris

b) Conséquences des périodes de sècheresse pour les populations malacologiques des mares temporaires.

Certaines mares s'assèchent régulièrement chaque année. Lorsque ces périodes d'assèchement ne dépassent pas quelques semaines, les populations malacologiques prospèrent de nouveau sans problème dès la remise en eau (nous l'avons vu avec l'exemple de la mare de Céligny). Dans le cas de longues périodes de sècheresse (plusieurs mois), une partie importante du stock de Mollusques peut être éliminée et certaines populations se trouver en difficulté pour recoloniser la mare après la remise en eau.

En Grande Terre, avec les exemples qui vont suivre, nous avons étudié les processus par lesquels une partie des peuplements malacologiques peut survivre à la saison sèche afin d'assurer le repeuplement.

Exemple de la mare de Champvert (Fig. 38-39)

— *Caractéristiques de la mare*

Situation : Sud-Est des Grands Fonds de Sainte-Anne.
Superficie maximale : 1.412 m².
Profondeur maximale : 1,80 m.
Caractères particuliers : bordure en talus sur 1/3 du pourtour — Remblai de cailloutis important — Arbres couvrant une partie des bords — Végétation de Graminées (*Hymenachne amplexicaulis*) formant un tapis presque continu — Zone de Cypéracées (*Cyperus tenuifolia*) dans la partie la plus profonde de la mare — Blocs et souches épars — Poteaux d'une clôture sur 1/4 du pourtour.
Faune malacologique : *Biomphalaria glabrata, B. schrammi, Drepanotrema lucidum, D. kermatoides, Physa marmorata, Pleisiophysa granulata, Eupera viridans.*

— *Méthode d'échantillonnage*

Le stock global des Mollusques dans la mare asséchée a été évalué par une méthode de quadrillage, en excluant dans le calcul les agrégats de coquilles présents dans les milieux refuges qui ont été estimés avec la méthode la plus précise possible et souvent par comptage total. 353 prélèvements de 1/10 m² ont été effectués tous les 2 m le long des lignes droites espacées elles-mêmes de 2 m. Cette méthode d'échantillonnage a été testée dans une mare de dimensions plus restreintes par prélèvement ultérieur de la totalité des coquilles, et l'erreur est inférieure à 10 %. Il ne nous échappe pas que le comptage des coquilles peut inclure des tests d'animaux morts avant l'assèchement et qui ne faisaient donc plus partie du stock de Mollusques auquel nous voulons comparer l'effectif des survivants. Nous pensons que cette cause d'erreur peut être cependant négligée car la destruction des tests intervient assez rapidement dans ce type de milieu. L'échantillonnage a été réalisé le 10 juillet 1973, 4 mois après l'assèchement complet de la mare.

L'évaluation des effectifs globaux des Mollusques a donné les résultats suivants : 7 400 *Biomphalaria glabrata*, 6 700 *Biomphalaria schrammi*, 8 900 *Drepanotrema lucidum*, rares *Drepanotrema kermatoides*, 9 000 *Physa marmorata*, quelques *Pleisiophysa granulata* et *Eupera viridans*. Aucun Mollusque n'a été retrouvé vivant en dehors de microbiotopes que nous avons qualifiés de milieux refuges. Ceux-ci sont constitués par un talus situé sous la bordure d'arbres, par les fissures du remblai caillouteux, par une petite zone à Cyperacées, par plusieurs blocs et souches disséminés sur le fond et par les poteaux d'une clôture qui borde la mare sur une certaine distance (Fig. 38). Dans ces milieux refuges, le nombre de survivants est très variable suivant l'espèce, par exemple, 8 % de *B. glabrata* dans les cailloutis, 84 % de *B. schrammi* et 67 % de *D. lucidum* au pied du talus, 38 % de *D. lucidum* au pied des poteaux de la clôture et 79 % des *E. viridans* sous les blocs de calcaire. Si on rapporte ces chiffres de survivants, remarquables après 4 mois d'assèchement, à l'effectif global avant l'assèchement, on se rend compte qu'ils ne représentent qu'une fraction infime de la population totale (sauf *E. viridans*), 0,7 % de *B. glabrata*, 3,2 % de *B. schrammi*, 7,3 % de *D. lucidum* et 61 % d'*E. viridans*.

Les schémas (Fig. 39) montrent que s'il existe pour la plupart des espèces une certaine augmentation de densité des coquilles vers le centre de la mare (c'est-à-dire dans la zone à *Hymenachne amplexi-*

Source : MNHN, Paris

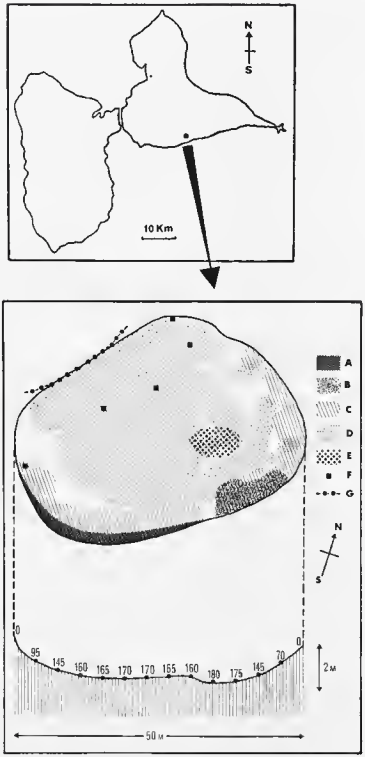

FIG. 38. — Mare de Champvert : situation et topographie en juillet 1973.

A — Bordure en talus, B — Remblai de cailloutis, C — Couverture d'arbres, D — Zone à *Hymenachne amplexicaulis*, E — Zone à *Cyperus tenuifolia*, F — Blocs et souches, G — Poteaux d'une clôture.

Source : MNHN, Paris

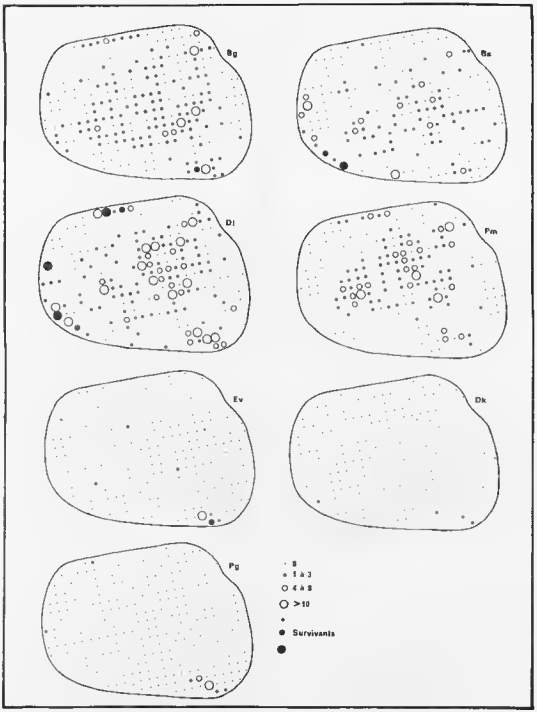

FIG. 39. — Mare de Champvert : répartition et densité des Mollusques en juillet 1973. Les cercles clairs indiquent les prélèvements sans survivants, les cercles sombres indiquent les prélèvements ayant fourni des survivants (chaque cercle correspond à un prélèvement de 1/10 m²).

Bg : *Biomphalaria glabrata*, Bs : *Biomphalaria schrammi*, Dl : *Drepanotrema lucidum* ; Pm : *Physa marmorata* ; Ev : *Eupera viridans*, Dk : *Drepanotrema kermatoides*, Pg : *Pleiophysa granulata*.

Source : MNHN, Paris

caulis), de véritables concentrations ne s'observent que dans les milieux refuges. On voit également que ces concentrations sont loin de nous avoir toutes livré des Mollusques survivants. Il est probable que suivant les années et la sévérité de la saison sèche, l'efficacité de ces refuges varie et que le repeuplement doit s'effectuer dans certains cas à partir d'effectifs supérieurs à ceux que nous avons évalués.

Les études se sont poursuivies dans cette mare jusqu'en avril 1975. A la saison humide 1973 (c'est-à-dire celle qui suivit immédiatement l'étude précédente), la remise en eau n'a provoqué que la formation de deux petites flaques au centre du biotope. Ces deux flaques ont donné naissance à une population fugace de *B. schrammi*, mais non de *B. glabrata*. A la saison humide 1974, la mare s'est remplie normalement mais les *B. glabrata* n'ont pas réapparu. Il semble donc qu'il suffise d'une saison sèche exceptionnelle pour que *B. glabrata* soit éliminé d'un biotope de ce type, ses facultés de survie étant dépassées. En avril 1975, l'espèce était toujours absente.

Exemple de la mare de Cocoyer (Fig. 40)

— *Caractéristiques de la mare*

Situation : Sud des Grands Fonds dans la région de Gosier.
Superficie maximale : 308 m².
Profondeur maximale : 1,1 m.
Caractères particuliers : ensoleillée — Zone périphérique à Graminées (*Paspalum disticum*) — Centre nu — Présence de blocs calcaires et de souches.
Faune malacologique : *Biomphalaria glabrata, Drepanotrema lucidum, D. kermatoides, Physa marmorata.*

— *Méthode d'échantillonnage*

Quadrillage comme précédemment (77 prélèvements de 1/10 m²). L'échantillonnage a été réalisé le 31 juillet 1973, 3 mois après l'assèchement complet de la mare.

L'évaluation des effectifs globaux est la suivante : 5 200 *Biomphalaria glabrata*, 2 300 *Drepanotrema lucidum*, quelques rares *Drepanotrema kermatoides* et *Physa marmarata*. Comme précédemment, il n'existe de Mollusques vivants que dans les milieux refuges. Ceux-ci sont constitués par des blocs de calcaire dispersés sur la vase sèche de la partie centrale de la mare et des souches au voisinage du talus de bordure (Fig. 40). Nous avons pu vérifier ici, sur un nycthémère, combien la protection de ces obstacles naturels est efficace vis-à-vis de l'échauffement diurne. Des enregistrements montrent qu'à la surface de la boue séchée, la température varie de 20°C la nuit à 58°C entre 11 h et 13 h, tandis que les extrêmes ne sont plus que de 23°C et 30°C sous un bloc calcaire, et de 25°C et 27°C sous une souche. On passe ainsi d'un écart de 38°C à un écart de 2°C seulement (Pointier et Combes, 1976).

Dans cette mare, nous n'avons pas trouvé de *B. glabrata* vivants. Il est certain, cependant, que ceux-ci devaient être présents, probablement dissimulés dans les fissures peu accessibles du sol ou du talus. En effet, à la remise en eau quelques semaines après notre enquête, le repeuplement s'est effectué normalement. Parmi les autres espèces, nous n'avons trouvé de survivants que chez *D. lucidum* (30 % sous les souches du talus), soit 1,3 % de l'effectif global. Les schémas (Fig. 40) montrent que les milieux refuges, malgré leur efficacité ici toute relative, ont servi de point d'attraction à la majorité des espèces.

3. *Les forêts marécageuses à* Pterocarpus officinalis : *exemple de la mangrove de Dubelloy-Devarieux* (Fig. 41-42).

Les forêts marécageuses à *Pterocarpus officinalis* constituent, en Guadeloupe, une formation végétale très particulière qui fait suite à la mangrove. C'est pourquoi le terme « mangrove lacustre » a également été utilisé pour leur dénomination.

Ce type de milieu s'assèche totalement chaque année pendant une période de 5 à 7 mois. Les populations malacologiques qu'il héberge sont donc étroitement dépendantes des conditions climatiques.

Source : MNHN, Paris

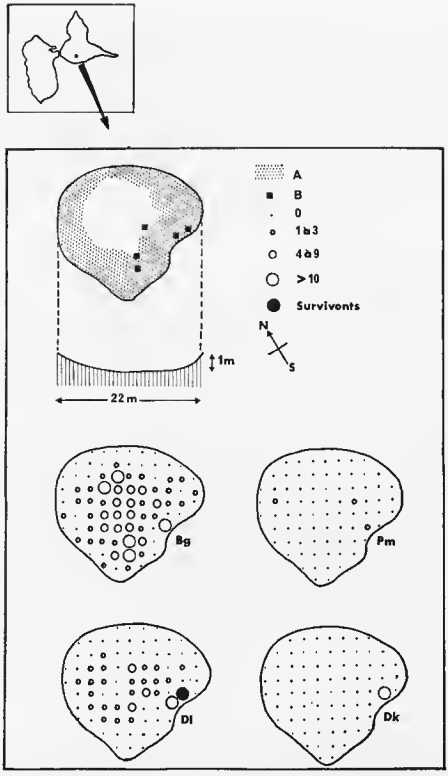

FIG. 40. — Mare de Cocoyer : situation, topographie, répartition et densité des Mollusques en juillet 1973. Les cercles clairs indiquent les prélèvements sans survivants, les cercles sombres indiquent les prélèvements ayant fourni des survivants (chaque cercle correspond à un prélèvement de 1/10 m²).

A — Zone à *Paspalum distichum*, B — Blocs et souches, Bg — *Biomphalario glabrata*, Pm — *Physa marmorata*, Dl — *Drepanotrema lucidum*, Dk — *Drepanotrema kermatoides*.

Source : MNHN, Paris

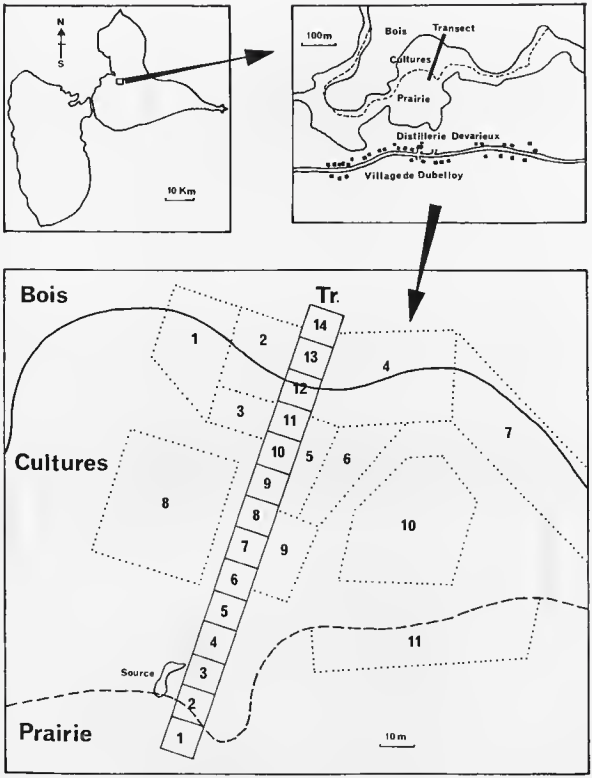

FIG. 41. — Forêt marécageuse à *Pterocarpus* de Dubelloy-Devarieux.

Situation et topographie de la zone étudiée. Position du transect d'échantillonnage (carrés 1 à 14) et des zones complémentaires de récolte (en pointillé).

Source : MNHN, Paris

— *Caractéristiques de la zone étudiée*

Situation : Ouest de la Grande Terre près de Morne à l'Eau.

Superficie de la zone étudiée : environ 1 hectare.

Profondeur maximale : jusqu'à 1 m localement en novembre.

Caractères particuliers : présence de 3 principales strates végétales : prairie à Graminées, culture de *Colocasia esculenta* et bois à *Pterocarpus officinalis*.

Faune associée : Insectes (*Belastomo boscii*, *Hydrophilus insularis*...), Hirudinées (*Helobdella punctatolineata*), Crustacés Ostracodes (*Chlamydotheca unispinosa*), Crustacés Décapodes (*Macrobrachium faustinum* et *M. acanthurus* localement), Poissons (*Tilapia mossambica*, *Poecilia reticulata*...), Oiseaux (*Rutorydes virescens*, *Tringa flavipes*), Mammifères (*Rattus rattus*, *R. norvegicus*).

Faune malacologique : *Biomphalaria glabrata*, *Drepanotrema cimex*, *D. lucidum*, *D. kermatoides*, *Ampullaria glauca*, *Physa marmorata*, *Eupera viridans*, *Pisidium punctiferum*. Trématodes parasites de *B. glabrata* : *Schistosoma mansoni*, *Ribeiroia marini*.

— *Méthode d'échantillonnage*

Un transect a été effectué à travers les 3 strates végétales principales (prairie, cultures et bois). La méthode consiste à récolter, à l'aide d'une passoire, les Mollusques présents dans des carrés de 10 m de côté et s'échelonnant le long du transect. La durée de la récolte, qui est effectuée dans chaque carré toujours par le même opérateur, est limitée à 1/4 h, et le nombre de carrés s'échelonnant le long du transect est de 14 (Fig. 41). Les prélèvements sont effectués toutes les 2 semaines. Cette méthode ne nous permet donc d'obtenir qu'une certaine fraction de la population réellement présente dans chaque carré (N Mollusques par 1/4 h). Une comparaison avec une méthode de marquage-recapture nous a permis d'évaluer l'importance réelle de cette fraction : une récolte effectuée en 1/4 h dans un carré de 10 × 10 m nous a livré, dans un premier temps, 70 Bg. Dans un deuxième temps, la méthode de marquage-recapture nous a donné le chiffre N = 612 correspondant au nombre total de *B. glabrata* présents dans le carré (les limites inférieures et supérieures de sécurité étant respectivement de 416 et 1.155). La méthode de récolte par 1/4 h ne nous permet donc de récolter que 11,4 % de la population réelle (les limites inférieures et supérieures de sécurité correspondant respectivement à 6,1 % et 16,8 %). D'autre part, il convient de signaler que, là encore, une telle méthode sous-estime les juvéniles.

A côté du transect, 11 zones de récoltes complémentaires ont été définies afin d'estimer la prévalence de *Schistosoma mansoni*. Un millier de Mollusques sont ainsi récoltés bimensuellement et replacés dans le milieu après étude au laboratoire. Ces récoltes complémentaires ont permis, d'autre part, une analyse plus précise des classes de taille (Fig. 42 B).

La remise en eau de la mangrove lacustre commence en général en août/septembre par les bois et la zone de lisière, puis la nappe envahit les cultures de *Colocasia* et la prairie n'est inondée que fin octobre (Fig. 42 A). En 1977/78, le retrait des eaux a été assez rapide puisque la prairie n'est restée inondée que quelques semaines. Par la suite, de décembre 1977 à février 1978, la nappe s'est stabilisée vers la zone médiane des cultures de *Colocasia* (Fig. 42 A). Enfin, la première quinzaine de mars voit la disparition rapide des eaux. L'assèchement complet est effectif le 20 mars 1978.

Durant ces 6 mois, la plus grande partie des populations de *B. glabrata* est restée cantonnée dans une zone étroite correspondant à la lisière des bois (Fig. 42 A, carrés 11-12). Ceci apparaît normal puisque, d'une part, les bois eux-mêmes constituent un milieu défavorable aux Mollusques, et que, d'autre part, la zone de cultures est en eau moins longtemps que celle de la lisière.

L'analyse des classes de taille nous permet de suivre l'évolution des deux sous-populations bien distinctes de septembre 1977 à mars 1978 (Fig. 42 B). La première sous-population qui correspond aux Mollusques ayant résisté à 6 mois d'assèchement, est constituée par des adultes de taille moyenne (15 mm) qui vont reprendre leur croissance dès la remise en eau de septembre, comme l'indique leur évolution (Fig. 42, numéro 1). La deuxième sous-population, qui est constituée par de jeunes Mollusques, est apparue environ un mois après la remise en eau et évolue jusqu'à l'assèchement complet effectif en mars 1978. A cette date, les deux sous-populations sont encore bien distinctes (Fig. 42 numéros 1-2).

Source : MNHN, Paris

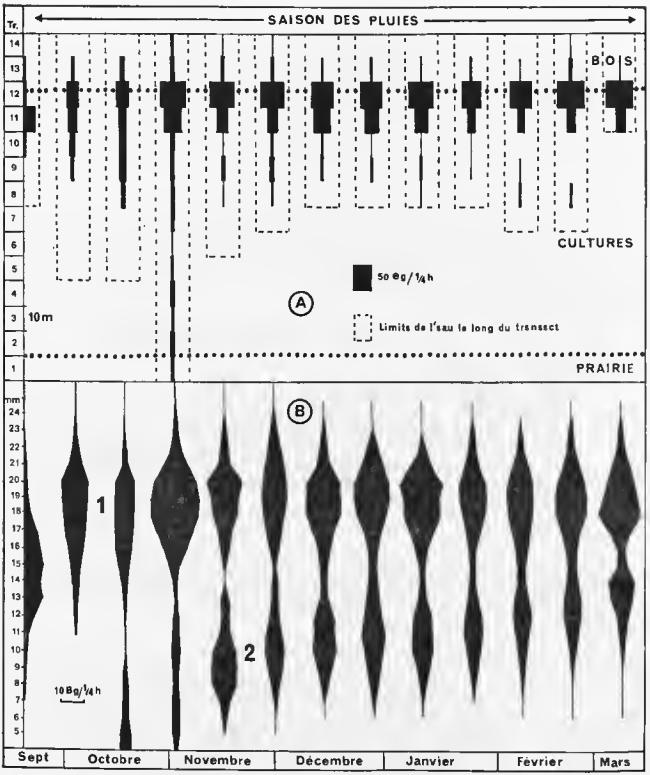

FIG. 42. — Forêt marécageuse à *Pterocarpus* de Dubelloy-Devarieux.

A. — Distribution et évolution des populations de *Biomphalaria glabrata* le long du transect prairie-bois au cours de la saison des pluies 1977-1978.

B. — Évolution des classes de taille des *Biomphalaria glabrata* récoltés le long du transect et dans les zones complémentaires d'échantillonnage au cours de la saison des pluies 1977-1978.

Source : MNHN, Paris

Ainsi, au seuil de la saison sèche, on peut distinguer deux générations différentes de *B. glabrata* : une première qui a estivé durant 6 mois (mars à septembre 1977) et qui termine son cycle de développement durant les 6 mois suivants (Fig. 42, cohorte 1), et une deuxième qui a commencé son cycle de développement un mois après la remise en eau, et qui ne le terminera qu'à la saison des pluies suivante en 1978/79 (Fig. 42 numéro 2).

Le cycle de développement habituel d'une population de *B. glabrata* dans les forêts à *Pterocarpus* comporte donc deux saisons des pluies (environ 2 fois 6 mois) séparées par une période d'estivation (environ 1 fois 6 mois). Le renouvellement des populations est assuré, quant à lui, par l'apparition des jeunes chaque année après la remise en eau.

4. *Un étang d'altitude : le Grand Étang* (Fig. 43-44)

Le Grand Étang constitue sans doute un cas particulier en Guadeloupe et il était intéressant de l'étudier car il héberge une population de planorbes qui s'est révélée contaminée par *Schistosoma mansoni*. Situé au Sud de la Guadeloupe, au pied des montagnes de la Soufrière, il reçoit beaucoup de précipitations et les influences saisonnières y sont beaucoup plus faibles qu'ailleurs.

— Caractéristiques du Grand Étang

Situation : Sud de la Guadeloupe au pied des montagnes de la Soufrière et de la Madeleine — Altitude : 400 m.

Superficie : environ 3 hectares.

Profondeur maximale : plusieurs mètres en son centre, 0,8 à 1 *m* localement dans la ceinture végétale.

Caractéristiques générales : bords envahis par la végétation sur presque tout son pourtour — Strates végétales dominantes : *Pistia stratiotes, Polygonum portoricense*...

Faune associée : Insectes (*Belostoma bosci*, *Hydrophilus insularis*...), Hirudinées (*Helobdella punctatolineata*), Crustacés Décapodes (*Macrobrachium heterochirus*, *M. acanthurus*), Crustacés Ostracodes (*Chlamydotheca unispinosa*), Crustacés Amphipodes (*Hyalella azteca*), Poissons (*Tilapia mossambica*), Oiseaux (*Butorydes virescens*), Mammifères (*Rattus rattus*, *R. norvegicus*).

Faune malacologique : *Biomphalaria glabrata*, *B. schrammi*, *Drepanotrema lucidum*, *D. kermatoides*, *Physa marmorata*, *Eupera viridans*.

Trématodes parasites de *B. glabrata* : *Schistosoma mansoni*, *Ribeiroia marini*, *Tylodelphis sp.*

— Méthode d'échantillonnage

Une première prospection a permis de localiser les populations de *B. glabrata* à la couronne végétale de l'étang (Fig. 43). Une zone d'échantillonnage a été choisie pour des raisons essentiellement pratiques au débouché de la route. L'échantillonnage des Mollusques a été réalisé hiemensuellement dans cette zone par une technique de « dipping » à la passoire (3/4 h de récolte effectuée par la même personne toutes les 2 semaines).

L'étude d'un cycle saisonnier d'octobre 1974 (saison des pluies) à mai 1975 (saison sèche) nous montre, à partir de novembre, une baisse régulière du niveau des eaux qui se poursuit jusqu'en mai (70 cm en 6 mois — Fig. 44). Corrélativement, le nombre de *B. glabrata* récoltés en 3/4 h dans la zone d'échantillonnage a augmenté et les densités les plus fortes sont observées pendant le carême (janvier à avril — Fig. 44). Ce phénomène est probablement dû davantage à la diminution du volume d'eau, donc à la concentration des Mollusques, qu'à une augmentation réelle du nombre de ceux-ci.

L'analyse des classes de taille nous montre que le renouvellement des populations est relativement continu toute l'année. On note cependant une période optimale au début de la saison des pluies (octobre-novembre) à partir de laquelle on peut déceler une certaine évolution des cohortes (Fig. 44 C). Dans un milieu permanent comme le Grand Étang, les cycles saisonniers, bien qu'atténués, ont donc une certaine influence sur la dynamique des populations de *B. glabrata*.

Source : MNHN, Paris

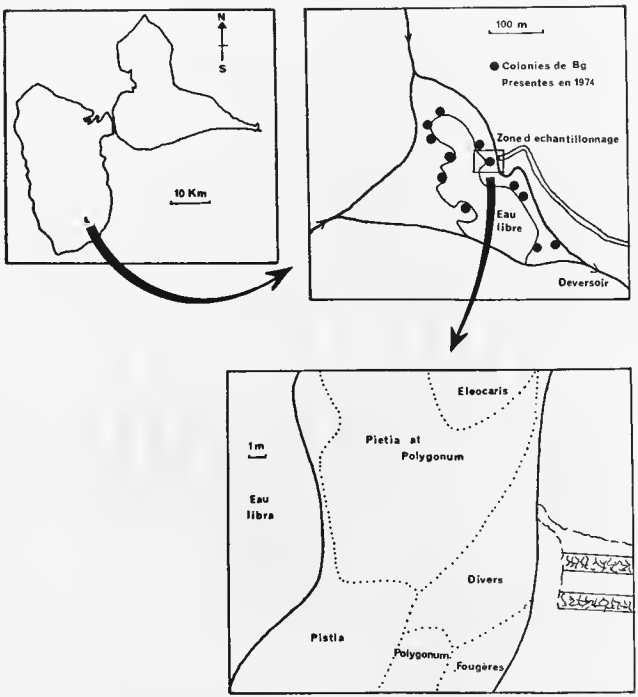

Fig. 43. — Le Grand Étang.
Situation et topographie de la zone d'échantillonnage de *Biomphalaria glabrata* en 1974.

Source : MNHN, Paris

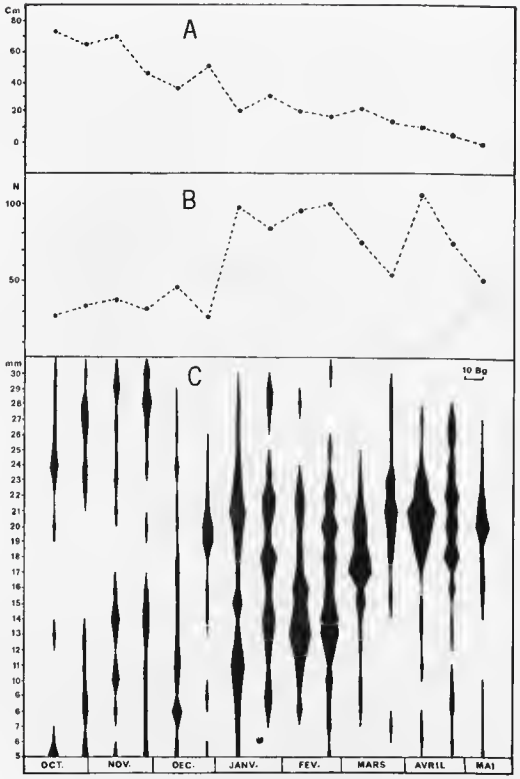

Fig. 44. — Le Grand Étang : cycle saisonnier de 1974-1975.

A. — Évolution du niveau des eaux à l'échelle du déversoir.

B. — Évolution des populations de *Biomphalaria glabrata* (nombres de Mollusques récoltés pendant 3/4 heure dans la zone d'échantillonnage).

C. — Évolution des classes de taille de *Biomphalaria glabrata*.

Source : MNHN, Paris

II. — Les facteurs physiques climatiques

En dehors des saisons qui rythment la dynamique des populations malacologiques dans la plupart des milieux aquatiques, les facteurs climatiques sont également importants en agissant indirectement par l'intermédiaire de facteurs physiques comme la température et le régime des cours d'eau.

1. — *La température*

Des études réalisées au laboratoire ont déjà montré l'importance de ce facteur pour *B. glabrata*. En utilisant un gradient thermique, Chernin (1967) montre que *B. glabrata* tend à éviter les deux extrêmes et s'accumule avec une plus grande fréquence dans les zones de 27 à 32ºC. Par ailleurs, la température a une grande influence sur la vitesse de croissance et sur le taux de ponte des Mollusques : Sturrock et Sturrock (1972) ont montré au laboratoire que la production d'œufs de *B. glabrata* diminue fortement à 30ºC, et pour Jobin (1970), la température optimale de ponte est de 25ºC. L'exposition prolongée à de fortes températures peut induire des changements pathologiques dans les tissus reproducteurs du planorbe et peut même provoquer une castration thermique (Michelson, 1961). À des températures continues de 35ºC, les œufs n'éclosent pas (Sturrock et Sturrock, 1972).

Toutes ces études de laboratoire donnent des informations précieuses sur le rôle du facteur température. Cependant, il convient d'être prudent lorsqu'il s'agit d'extrapoler ces résultats car, dans la nature, la température des eaux, loin d'être constante, peut subir des fluctuations journalières et saisonnières importantes.

a) La température des eaux douces en Guadeloupe.

En Guadeloupe, la température des eaux douces, et en particulier dans les biotopes à *B. glabrata*, peut varier de 19-21ºC (températures minimales des eaux du Grand Étang, des ravines d'altitude et de la mangrove lacustre en hiver — Fig 45 et 49) à 40-41ºC (températures maximales des eaux de surface de certaines mares en juin-juillet — Fig. 50). Les plus basses températures guadeloupéennes ne constituent donc pas un facteur d'exclusion pour *B. glabrata* puisqu'elles ne descendent pratiquement jamais en dessous de 19-20ºC en hiver. Elles sont tout au plus responsables d'une croissance sensiblement plus lente des Mollusques. D'autre part, les hautes températures enregistrées dans certains biotopes (40-41ºC) provoquent certainement des perturbations au sein des populations malacologiques. Il convient cependant de signaler que ces températures extrêmes n'ont été enregistrées que pendant de courtes périodes de l'année, durant les heures les plus chaudes de la journée, et ne concernent que la couche d'eau superficielle de certaines mares (Fig. 50).

b) Influence de la température sur la croissance de *Biomphalaria glabrata*.

Sturrock et Sturrock (1972) ont bien montré l'effet de la température sur la croissance de *B. glabrata* au moyen d'élevages au laboratoire. Les courbes de croissance en taille obtenues à 20-25 et 30ºC présentent en effet des différences très significatives (Fig. 46). En Guadeloupe, les différentes courbes de croissance de *B. glabrata* que nous avons pu obtenir ont également montré l'importance du facteur température.

— *Méthode d'étude de la croissance de* Biomphalaria glabrata *en Guadeloupe*

Pour estimer la croissance sur le terrain, la méthode la plus courante consiste à suivre l'évolution du mode principal des classes de taille d'une cohorte (cf. étude de la mare de Céligny). Ceci est relativement facile lorsque les cohortes sont bien individualisées, mais ce n'est malheureusement pas toujours le cas. C'est pourquoi, à côté de cette méthode, nous avons estimé la croissance d'une autre manière, à l'aide d'élevages *in situ* dans des cages (Lévêque, 1971, Lévêque et Pointier, 1976). Afin d'être le plus proche possible des conditions naturelles, les Mollusques sont élevés dans des cages grillagées flottantes et nourris à l'aide de la végéta-

Source : MNHN, Paris

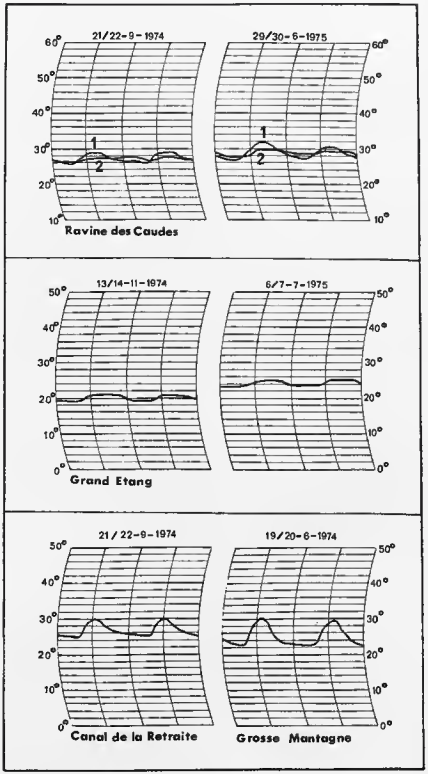

FIG. 45. — Enregistrements de température dans différents biotopes à *Biomphalaria glabrata*.

Ravine des Coudes (1 : 3 cm sous la surface de l'eau, 2 : 30 cm de profondeur), Grand Étang (3 cm sous la surface de l'eau).

MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

tion présente dans le milieu (plantes flottantes, herbacées, feuilles mortes, etc...). Les animaux sont mesurés à intervalles réguliers de 2 semaines. Par ce procédé, il est évidemment possible de suivre la croissance des individus durant toute leur vie. Mais, cette durée de vie pouvant atteindre une année, il est préférable d'avoir recours à une méthode plus rapide pour exploiter les résultats obtenus en élevage *in situ*. On peut le faire en calculant l'équation de croissance de Von Bertalanffy (1938) ; celle-ci, couramment utilisée par les ichtyologues, a été récemment appliquée aux Mollusques (Hughes, 1970, Lévêque, 1971). L'équation de Von Bertalanffy s'exprime par la relation $Lt = L\infty\ (1\text{-}e^{-kT})$ où Lt est la taille de l'animal au temps t après la naissance. L∞ est la valeur de Lt pour un taux d'accroissement nul, k une constante caractéristique de la croissance et T l'âge de l'animal. Les paramètres K et L∞ peuvent être calculés par la méthode de Walford (1946) où l'on porte en abscisse la longueur Lt au temps t et en ordonnée la longueur Lt + 1 au temps t + 1. L'unité représente l'intervalle de temps entre deux observations successives (pour cette raison, il est nécessaire que les mensurations soient faites à intervalles réguliers). La droite de régression correspondant aux valeurs ci-dessus a pour pente e^{-k} et la valeur des coordonnées de son point d'intersection avec la bissectrice des axes correspond à L∞ (Fig. 47). Il est évident que la pente de la droite de régression et par conséquent la valeur de k dépendent de l'intervalle entre 2 mensurations successives. Il faudra en tenir compte dans l'équation de Von Bertalanffy où T aura pour unité cet intervalle de temps. Il faut signaler que la courbe de croissance calculée par cette méthode n'est entièrement valable que dans la limite des tailles observées et ne peut être extrapolée qu'avec prudence aux autres tailles. C'est pourquoi on doit s'efforcer d'obtenir des données pour la plus grande gamme de tailles possible. Dans la pratique, les différentes cohortes de *B. glabrata* mises en élevage *in situ* dans des cages auront des tailles moyennes allant de 3 mm à 20/25 mm (cf. intervalles de validité, Fig. 48).

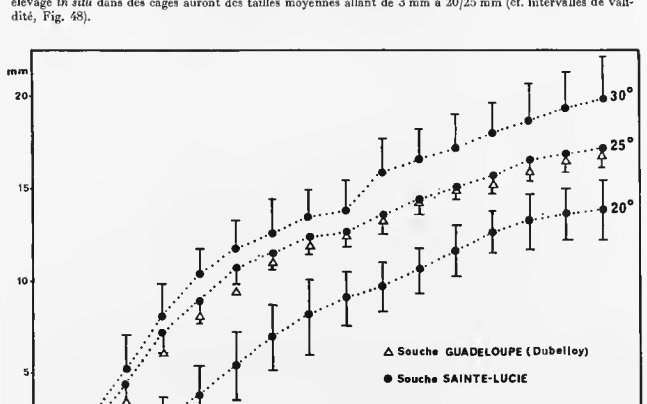

Fig. 46. — Courbes de croissance de trois cohortes de *Biomphalaria glabrata* élevées à 20°-25°-30°C. Moyenne et écarts-types d'après Sturrock et Sturrock, 1972). Comparaison avec une souche guadeloupéenne (Dubelloy-Devarieux).

Source : MNHN, Paris

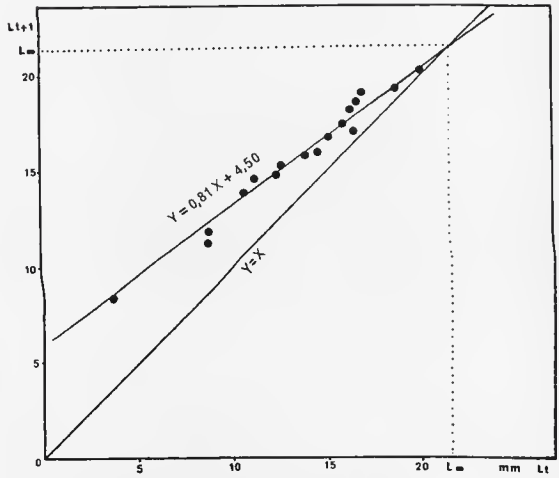

Fig. 47. — Méthode de Walford pour le calcul de k et de L∞ dans l'équation de Von Bertalanffy (Lt = diamètre de la coquille au temps t, Lt + 1 = diamètre de la coquille au temps t + 1, unité de temps = 14 jours).

La figure 48 regroupe quelques données sur la croissance de *B. glabrata* obtenues par cette méthode dans différents biotopes guadeloupéens et à différentes périodes de l'année. On constate ainsi que les croissances les plus faibles s'observent, soit dans les biotopes situés en altitude et dont la température est relativement basse (21-23°C), soit pendant le carême, période la plus fraîche de l'année (mare de Devarieux, canal de Marigot). Bien évidemment, la température n'est pas le seul facteur agissant sur la croissance des Mollusques. D'autres conditions de milieu peuvent intervenir, comme l'alimentation (Eisenberg, 1970), ce qui explique certaines différences observées entre les courbes de croissance calculées dans des conditions de température similaires (Fig. 48, courbes 1-2 et 5).

Un autre exemple particulièrement démonstratif nous est fourni par la croissance de *B. glabrata* observée dans la mangrove de Dubellov-Devarieux au cours de la saison 1977-1978 (Fig. 49). La mangrove est remise en eau en septembre. La courbe de croissance calculée à cette période avec l'équation de Von Bertalanffy correspond bien à l'évolution de la sous-population qui a résisté à la saison sèche (Fig. 49B, courbe 1). La deuxième sous-population composée de jeunes Mollusques qui sont nés après la remise en eau, évolue de façon rapide en octobre/novembre et la courbe de croissance calculée à cette période correspond assez bien à cette évolution (Fig. 49B, courbe 2). Cependant, dès la fin novembre, la croissance ralentit puis cesse complètement (Fig. 49B, courbe 3). Ce décalage entre la

Source : MNHN, Paris

SOUCHES ETUDIÉES	Conditions d'élevage	Temp. min – max °C	Paramètres de l'équation de Von Bertallanffy		Intervalle de validité (mm)
			K	L ∞	
1 – Porto Rico (Ritchie et al 1963)	Laboratoire	23°–25°	—	—	—
2 – Merécage de Demencourt	In situ (mars)	24°–26°	0,254	24,9	3,5 – 20,6
3 – Mare de Deverieux	Laboratoire	25° ± 1	0,254	21,5	3,2 – 18,7
4 – Mare de Céligny	In situ (février)	23°–25°	0,241	19,8	3,8 – 21,8
5 – Ravine Grand Camp	Laboratoire	25° ± 1	0,151	22,3	3,1 – 13,3
6 – Mare de Deverieux	In situ (mars)	22°–25°	0,112	22,7	7,2 – 25,3
7 – Ravine Grand Camp	In situ (mars)	21°–22°	0,101	20,9	4,1 – 14,1
8 – Canal de Marigot	In situ (février)	20°–22°	0,063	19,7	3,1 – 18,0

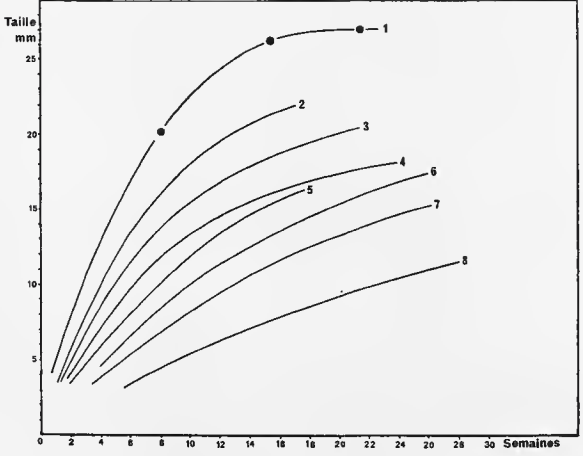

FIG. 48. — Influence de différentes conditions de milieu et en particulier de la température des eaux sur la croissance de *Biomphalaria glabrata*.

Les courbes ont été calculées à l'aide de l'équation de VON BERTALANFFY, à l'exception de la courbe **1** (3 points seulement sont donnés par RITCHIE *et al.*, 1963).

Source : MNHN, Paris

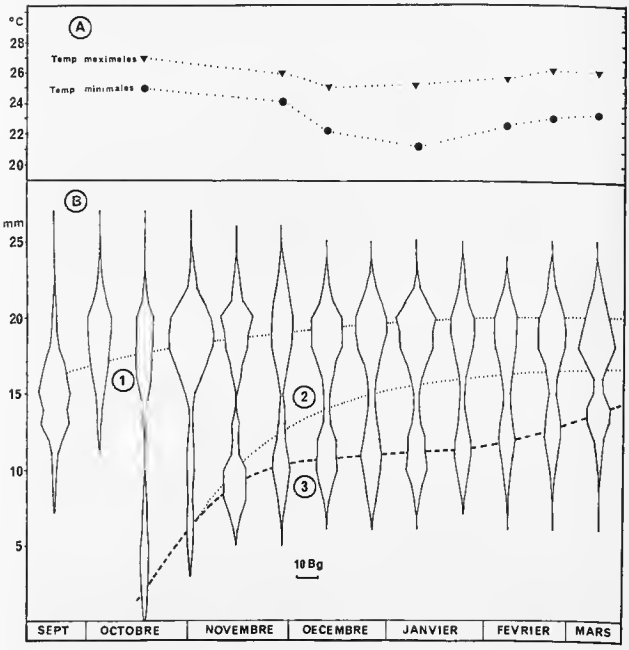

FIG. 49. — Influence de la température des eaux sur la croissance de *Biomphalaria glabrata* dans la forêt à *Pterocarpus* de Dubelloy-Devarieux.

A. — Évolution des températures minimales et maximales en 1977-1978.
B. — Évolution des classes de taille et croissance de *Biomphalaria glabrata*.
1. — Courbe de croissance calculée par l'équation de VON BERTALANFFY en septembre 1977.
2. — Courbe de croissance calculée par l'équation de VON BERTALANFFY en octobre 1977.
3. — Évolution de la sous-population de jeunes au cours de la saison 1977-1978.

Source : MNHN, Paris

croissanee réelle et la croissanee espérée d'après les données du mois d'octobre, est done très important et ne peut s'expliquer que par les baisses de températures enregistrées durant le carême [1] (novembre à février). Les températures minimales sont en effet de 20-21ºC et les températures maximales de 24-25ºC alors qu'en septembre/octobre, les minima étaient de l'ordre de 24-25ºC et les maxima de 26-27ºC (Fig. 49A). Ceci est d'ailleurs confirmé par la reprise de croissance observée en février/mars lorsque les températures sont nettement en hausse : 22-23ºC pour les minima et 25-26ºC pour les maxima.

c) Influenee de la température sur la reproduetion de *B. glabrata.*

Sturrock et Sturrock (1972) ont montré au laboratoire que la température optimale pour la reproduction et done pour le taux intrinsèque d'aecroissement naturel des populations de *B. glabrata* (r), était de 25ºC. A 20ºC, le coefficient r est en effet de 0,47. Il passe à 0,88 à 25ºC et tombe à 0,68 à 30ºC. Ces résultats sont confirmés par nos propres élevages réalisés avec quatre souches guadeloupéennes de *B. glabrata.* A la température de 25ºC, les taux intrinsèques d'aecroissement naturel des quatre souches étudiées sont du même ordre de grandeur que le taux optimal de 0,88 calculé par Sturrock et Sturrock : 0,84 pour la souche originaire de la mare de Céligny, 0,86 pour celle de la mangrove de Dubelloy-Devarieux, 0,90 pour celle du Grand Étang et 0,91 pour celle du canal de Marigot (Tabl. 1).

Par ailleurs, des travaux similaires réalisés sur d'autres espèees de Mollusques d'eau douce ont également montré l'influence de la température sur le coefficient r (Tabl. 1). En Guadeloupe, nous avons vu que la meilleure saison pour la reproduetion et la colonisation des milieux aquatiques par *B. glabrata* est la saison des pluies (septembre à novembre). Les températures moyennes des eaux douces à eette période peuvent varier entre 23 et 28ºC, ee qui correspond assez bien aux optima observés au laboratoire. En été, eependant, nous avons vu que les eaux de surfaee de certaines mares peuvent varier entre 26ºC la nuit et plus de 40ºC au eours des heures les plus ehaudes de la journée (Fig. 50A). De telles élévations de température peuvent expliquer en partie la disparition des jeunes Mollusques des prélèvements qui ont été effectués de juin à août dans la mare de Céligny (Fig. 50B).

2. *Le régime des cours d'eau*

Il a été considéré par plusieurs auteurs que la vitesse du eourant était un facteur important pour les populations de *B. glabrata* : on trouve peu ou pas de Mollusques lorsque eette vitesse dépasse 29 em par seconde (Scorza et al., 1961) ou que la dénivellation est supérieure à 20 m pour 1 000 m de longueur (Harry et Cumbie, 1956b). Dans la répartition d'une population de *B. glabrata* dans un eours d'eau, un nombre important d'individus tendent à remonter le eourant, mais peuvent être bloqués par un obstaele comme une petite ehute ou un roeher ; ils s'aeeumulent alors au pied de l'obstaele et l'on a une distribution en agrégats typique (Pimentel et al., 1957, Radke et Ritchie, 1961, Paulini, 1963). En Guadeloupe, on renecntre ee type de distribution dans les ravines de la côte sous le vent comme la ravine Tarare (Fig. 33).

Dans le canal d'Arnouville-La Retraite, au Nord de la Basse Terre, le courant variait de 14 à 26 em par seeonde en automne 1974 et ne semblait pas gêner les très denses populations de planorbes qui s'étaient installées dans son lit (Fig. 56). Dans la plupart des ravines, et surtout des eanaux, qui constituent le plus grand réservoir de Mollusques contaminés de la Guadeloupe, la vitesse du eourant est en général de l'ordre de 20 à 25 cm par seconde et est parfaitement compatible avee la présenee des populations malacologiques qu'on y renecntre habituellement. En ee qui eoncerne les grandes rivières dans lesquelles *B. glabrata* est absent, nous ne pensons pas que le courant soit le facteur déterminant de eette exclusion (il est en effet parfois moins rapide que dans eertains eanaux et ravines hébergeant des Mollusques).

1. Les autres facteurs du milieu, et notamment la quantité et la qualité de nourriture, ne semblent pas avoir changé durant eette période.

Source : MNHN, Paris

ESPECES	ORIGINE	TEMPERATURES							AUTEURS
		18°	19°	20°	22°5	25°	27°	30°	
Bulinus globosus	RHODESIE	0,22	–	–	0,47	0,66	0,60	–	SHIFF, 1966
Biomphalaria pfeifferi	RHODESIE	0,24	–	–	0,46	0,48	0,44	–	SHIFF et HUSTING, 1966 SHIFF et GARNETT, 1967
Biomphalaria pfeifferi	TANGANYIKA	–	0,25	–	–	0,86	–	0,50	STURROCK, 1966
Biomphalaria glabrata	STE-LUCIE	–	–	0,47	–	0,88	–	0,67	STURROCK et STURROCK, 1972
Biomphalaria glabrata	GUADELOUPE (Céligny)	–	–	–	–	0,84	–	–	Présent travail
Biomphalaria glabrata	GUADELOUPE (Dubelloy)	–	–	–	–	0,86	–	–	–
Biomphalaria glabrata	GUADELOUPE (Grand Etang)	–	–	–	–	0,90	–	–	–
Biomphalaria glabrata	GUADELOUPE (Marigot)	–	–	–	–	0,91	–	–	–

TABLEAU 1. — Influence de la température sur le taux intrinsèque d'accroissement naturel (r) de quelques Mollusques d'eau douce élevés au laboratoire.

Source : MNHN, Paris

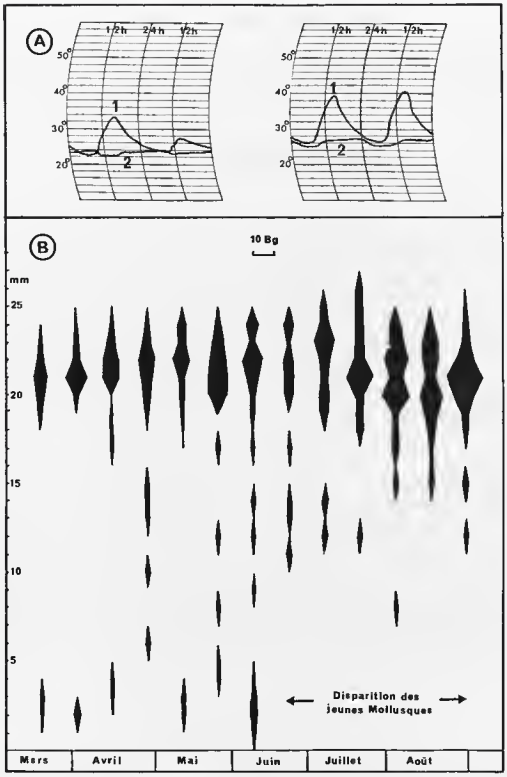

FIG. 50. — Mare de Céligny : influence des conditions de milieu et en particulier de la température des eaux sur la reproduction de *Biomphalaria glabrata* au cours de la saison sèche de 1974.

A. — Enregistrements de température sur deux nycthémères à deux périodes de l'année en 1974 (1 : à 3 cm sous la surface de l'eau, 2 : à 30 cm de profondeur).

B. — Évolution des classes de taille de *Biomphalaria glabrata* au cours de la saison sèche de 1974 (on notera l'absence de jeunes Mollusques des prélèvements effectués en juillet et août).

Source : MNHN, Paris

En fait, la vitesse du courant ne joue un rôle important que dans le cas des crues qui, nous l'avons vu avec l'exemple de la ravine des Coudes, peuvent être très violentes et éliminer ainsi une grande partie des populations malacologiques.

B. — LES FACTEURS ABIOTIQUES NON CLIMATIQUES : LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX

Les eaux très douces ou très dures sont en général peu favorables à l'installation des populations de Mollusques (Malek, 1958, Williams, 1970).

En Rhodésie, Williams (1970) a montré que *Biomphalaria pfeifferi* est limité à des eaux qui ont une teneur en Ca^{++} d'au moins 5 mg/l. Récemment, Nduku et Harrison (1976) ont cherché à déterminer les besoins minima en calcium de *B. pfeifferi* : 2 mg/l de Ca^{++} sous forme de bicarbonate de calcium permettraient la survie des Mollusques, mais 4 mg/l seraient nécessaires au bon développement des populations. Les balances cationiques sont également très importantes pour *B. pfeifferi*, et en particulier les rapports Mg/Ca, Na/Ca et K/Ca. En 1966, Harrison et al. avaient notamment montré qu'un rapport Mg/Ca élevé (12,4) avait un effet inhibiteur sur la fécondité de *B. pfeifferi*. Un rapport Mg/Ca de 19,7 bloquait même complètement la ponte en élevage expérimental. En ce qui concerne *B. glabrata*, il semble que la tolérance de cette espèce envers les eaux douces ou dures soit beaucoup plus grande (Lévêque et col., 1978). L'effet inhibiteur de rapports Mg/Ca élevés constaté par Harrison et col. avec *B. pfeifferi* (12,4) n'apparaît qu'à une valeur d'environ 30. Ce chiffre très élevé illustre bien la grande plasticité physiologique de *B. glabrata* qui a également été soulignée par les travaux de Thomas et Lough (1974) et Thomas et al. (1974). Ces auteurs ont cependant constaté que les taux de ponte et de croissance de *B. glabrata* étaient en corrélation avec les taux de prise du calcium à partir du milieu extérieur.

A Porto Rico, différents auteurs ont montré que *B. glabrata* peut être rencontré dans des eaux *présentant toutes les gammes de pH, de carbonates et de sulfates de l'île* (Harry et al., 1957, Harry et Aldrich, 1958). En Guadeloupe, une série d'analyses a permis d'établir l'originalité de certaines eaux quant à leur cycle ionique annuel (Combes, Salvayre, communication personnelle). Cependant, il ne semble pas que les caractéristiques hydrochimiques jouent un rôle déterminant au niveau de la répartition du vecteur et des fluctuations de ses populations. Dans tous les gîtes à *B. glabrata* qui ont été étudiés, la présence de grandes différences qualitatives se reflétant dans les mesures de conductivité n'a pas apporté non plus d'éléments probants : les eaux présentant les conductivités les plus faibles, comme le Grand Étang (150 à 200 µmhos) et le canal d'Arnouville-La Retraite (50 à 100 µmhos), ou les conductivités les plus élevées comme la ravine des Coudes (400 à 1 200 µmhos) et la mangrove de Dubelloy-Devarieux (800 à 1 200 µmhos), sont également capables d'héberger de très riches populations de planorbes.

C. — LES FACTEURS BIOTIQUES

Ces facteurs sont importants dans toutes les catégories de milieux dulçaquicoles, aussi bien en Grande Terre qu'en Basse Terre. Nous avons repris la classification adoptée par Dajoz (1970) qui distingue les réactions homotypiques (interactions se produisant entre individus de la même espèce) et les réactions hétérotypiques (compétition, prédation et parasitisme). Dans cette dernière catégorie, nous avons inclus également la végétation ainsi que les problèmes d'anthropisation de milieu naturel avec ses conséquences pour le Mollusque vecteur de la schistosomose.

Source : MNHN, Paris

1. — *Les réactions homotypiques*

Des effets inhibiteurs sur la croissance et le taux de natalité des Mollusques, et en particulier de *Biomphalaria glabrata*, ont été mis en évidence par différents auteurs lorsque les populations atteignent de très fortes densités (Hogg, 1854, De Witt, 1954, Wright, 1960, Berrie et Visser, Gazinelli et col., 1970, Levy et col., 1973).

Cet effet de masse ou « crowding » a été étudié récemment par Thomas et col. sur *B. glabrata*. Ces auteurs ont montré expérimentalement qu'il existait aussi un phénomène opposé, ou effet de groupe, se traduisant par une stimulation de la croissance et du taux de natalité lorsqu'on augmente le nombre de Mollusques en expérience, ou la durée de l'expérience, ou encore lorsqu'on diminue le volume d'eau disponible jusqu'à un niveau critique (Thomas et Benjamin, 1974a et b). Mais si l'on continue à augmenter le nombre de Mollusques en expérience ou la durée de l'expérience, ou à diminuer le volume d'eau disponible, l'effet de masse apparaît et il en résulte une baisse de la croissance et du taux de natalité.

De tels effets peuvent être illustrés par l'évolution du taux de ponte journalier de Mollusques placés en élevage de routine au laboratoire : on observe en effet une stimulation du taux de ponte à chaque fois que l'on renouvelle l'eau des aquariums (Fig. 51A). Cette évolution typique correspond vraisemblablement à l'alternance effet de masse (défavorable), effet de groupe (favorable).

Des expériences complémentaires réalisées par Thomas et col., 1974, ont montré que ces effets peuvent être obtenus en utilisant des milieux conditionnés par des Mollusques adultes qui y ont été élevés à différentes densités. Par la suite, ces mêmes auteurs ont isolé des fractions dyalisables qui induisent une stimulation des taux de croissance et de natalité lorsque leur concentration atteint un certain niveau (Thomas et col., 1975). Il semblerait donc que les Mollusques produisent des substances stimulant ou inhibant leur croissance et leur taux de natalité et qui n'agissent qu'à certaines concentrations.

Dans la nature, des phénomènes de stimulation du taux de ponte journalier des Mollusques ont pu être mis en évidence, et en particulier dans la mangrove lacustre de Dubelloy-Devarieux, à la suite d'une inondation brutale du milieu (Fig. 51B). Des mesures effectuées à partir d'une centaine de Mollusques élevés *in situ* dans des cages flottantes révèlent en effet la présence d'une stimulation brève mais très importante du taux de ponte journalier de *B. glabrata*, quelques jours après de très fortes pluies (Fig. 51B).

L'effet de groupe, consécutif à un changement d'eau, pourrait constituer une explication du phénomène observé car, à cette période, les eaux de la mangrove sont très stagnantes et la densité des Mollusques y est relativement élevée.

Quoi qu'il en soit, la stimulation du taux de ponte des Mollusques par des apports massifs d'eau de pluie dans les milieux stagnants est un facteur qui peut avoir une signification écologique importante. En effet, l'inondation de tels milieux se produit la plupart du temps au début de la saison des pluies qui est la période la plus favorable au développement des jeunes Mollusques (cf. mare de Céligny, Fig. 37). Dans le cas de la mangrove de Dubelloy, la stimulation provoquée par l'inondation des 27 et 28 octobre 1977 n'a pas eu d'impact sur la dynamique de la population de *B. glabrata* (cf. Fig. 42 — absence de la cohorte de jeunes correspondante). Il est probable que ce phénomène se soit produit trop tardivement dans la saison et que les conditions de milieu étaient alors devenues défavorables au développement des nouveau-nés et des jeunes Mollusques. Nous verrons, en effet, dans le paragraphe suivant, qu'à cette période de nombreux prédateurs commencent à apparaître et limitent considérablement le développement des populations de Mollusques au niveau des classes d'âge les plus jeunes.

Source : MNHN, Paris

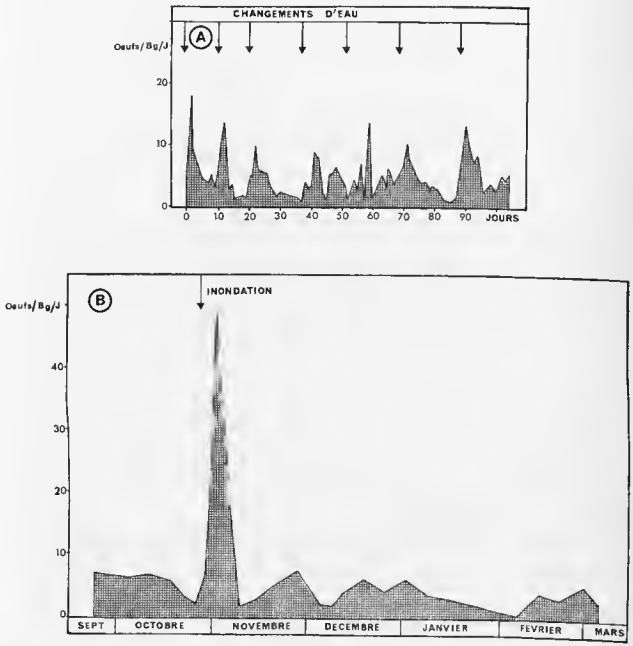

FIG. 51. — Stimulation du taux de ponte journalier de *Biomphalaria glabrata*.

A. — Influence des changements de l'eau des aquariums d'élevage sur le taux de ponte journalier des Mollusques (moyenne de 50 *B. glabrata* ; chaque flèche indique un changement d'eau).

B. — Influence de fortes inondations sur l'évolution du taux de ponte journalier de *B. glabrata* dans la mangrove lacustre de Dubelloy-Devarieux en 1977/78 (moyenne de 90 *B. glabrata* élevés *in situ* dans des cages).

Source : MNHN, Paris

II. *Les ennemis de Biomphalaria glabrata en Guadeloupe*

De nombreuses études portant sur les ennemis naturels des Mollusques d'eau douce ont permis d'établir des listes assez importantes d'organismes appartenant à tous les groupes zoologiques : des Bactéries et des Virus (Berry, 1949, Dias, 1953-1954-1955), des Champignons (Cowper, 1946), des Vers parasites (Huizinga, 1973, Golvan et col., 1974-1975, Nassi, 1975, Dubois et Nassi, 1977, Combes et Nassi, 1977), des Sangsues (Chernin et col., 1956, Mac Annally et Moore, 1966, Klemm, 1976), des Arthropodes (Lo, 1967, Sohn et Kornicker, 1972-1975), des Mollusques (Ruiz Tiben et col.,, 1969, Paulini et Paulini, 1972, Jobin et col., 1973-1977), des Tortues (Hopkins, 1973, Coelho et col., 1975), des Poissons (Andrade et Carlos, 1970), des Oiseaux et des Mammifères (Pimentel et White, 1959). D'autre part, plusieurs revues bibliographiques ont été consacrées à ce vaste sujet (Michelson, 1957, Malek, 1962, Petitjean, 1966, Berg, 1973, Ferguson, 1976). Les études menées en Guadeloupe ont porté essentiellement sur deux groupes d'organismes : les prédateurs (et compétiteurs) et les parasites.

Les prédateurs et compétiteurs

De nombreux prédateurs et compétiteurs de *B. glabrata* ont été mis en évidence dans la zone néotropicale et, notamment, des Mollusques, des Sangsues, des Arthropodes et des Poissons. Des observations ont également été rapportées sur le rôle prédateur de certains Oiseaux paludicoles et de Mammifères (voir les auteurs précédemment cités).

a) *Les Mollusques*

Certains auteurs ont mis en évidence, pour l'Afrique et la zone néotropicale, des possibilités de lutte biologique contre les planorbes vecteurs de schistosomose, par l'introduction d'autres Mollusques qui seraient des compétiteurs ou des prédateurs. Ainsi, Verdcourt (1971) indique que *Physa acuta* serait nuisible aux élevages de *Biomphalaria* africains, et Graber et Euzeby (1975) ont testé cette action vis-à-vis de *B. glabrata*. Plus récemment, des études ont été effectuées pour tester l'éventuelle compétition entre *Helisoma duryi* et *B. glabrata* dans les conditions du laboratoire (Frandsen et Christensen, 1977, Malek et Malek, 1978). Ces auteurs ont observé que le taux de croissance, le taux de mortalité et la production de cercaires étaient fortement influencés par la présence d'*H. duryi*. A Porto Rico, *Marisa cornuarietis* (Ampullaridae) a été utilisé dans des essais de lutte biologique contre *B. glabrata* (Ruiz Tiben et col., 1969, Jobin et Berrios Duran, 1970, Jobin et col., 1973) et le bilan positif de ces essais a été publié récemment (Jobin et col., 1977).

Il était donc intéressant pour la Guadeloupe, après avoir effectué le bilan des représentants locaux de la Famille des Ampullaridae et des Physoae, de comparer leurs distributions respectives avec celles de *B. glabrata* afin de déceler éventuellement des phénomènes d'exclusion réciproque de ces espèces dans le milieu naturel. L'inventaire et le regroupement des résultats concernant les trois espèces, *B. glabrata*, *Ampullaria glauca* et *Physa marmorata*, est le suivant :

Groupe *Biomphalaria glabrata* — *Ampullaria glauca*

Sur un total de 208 stations où nous avons récolté les 2 Mollusques, 37 seulement hébergent les 2 espèces en même temps, alors que 96 hébergent *Biomphalaria glabrata* seul (ou avec d'autres espèces que *Ampullaria glauca*) et 75, *A. glauca* seul (ou avec d'autres espèces que *B. glabrata*). Il n'y a donc que 17,7 % des stations prospectées hébergeant les deux espèces ensemble. *A. glauca*, au vu des résultats exposés précédemment, semble avoir une préférence pour les milieux courants (70,8 % ont été récoltés dans les milieux courants contre 29,2 % dans les milieux stagnants), alors que *B. glabrata*,

Source : MNHN, Paris

lui, est plus tolérant (40,8 % dans les milieux courants contre 59,2 % dans les milieux stagnants). Ces résultats pourraient expliquer ce phénomène d'exclusion partielle qui est observé, *B. glabrata* ayant une légère préférence pour les milieux stagnants et *A glauca* pour les milieux courants. Quoi qu'il en soit, dans les milieux fermés qui seraient les plus propices à une compétition entre espèces, *A. glauca* et *B. glabrata* semblent se tolérer parfaitement lorsqu'ils sont présents simultanément.

Groupe *Biomphalaria glabrata* — *Physa marmorata*

Ces 2 espèces apparaissent beaucoup plus proches que les précédentes puisque cette fois-ci, sur 182 stations, près de la moitié (44,1 %) hébergent les 2 espèces en même temps alors que 29,6 % hébergent *Biomphalaria glabrata* seul et 26,3 % *Physa marmorata* seul. Ces résultats paraissent logiques puisque *P. marmorata* n'a pas de préférence marquée pour l'une ou l'autre catégorie de milieux. Par ailleurs, les gîtes communs aux 2 espèces sont également répartis de la même manière : 44,6 % de milieux courants pour 55,4 % de milieux stagnants. *B. glabrata* et *P. marmorata* sont donc 2 espèces qui se tolèrent parfaitement dans la nature en Guadeloupe.

b) Les Hirudinées.

Une Hirudinée de la famille des Glossiphonidae, *Helobdella punctatolineata*, très commune dans les eaux douces de Guadeloupe, a une action prédatrice marquée vis-à-vis de *B. glabrata*. Cette Sangsue, qui a déjà été étudiée au laboratoire par Mac Annally et Moore (1966), se nourrit exclusivement de Mollusques, et son action est particulièrement marquée sur les nouveau-nés. Les Glossiphonidae ont un proboscis et sont équipées pour sucer le sang. Dans le cas de jeunes Mollusques, elles aspirent tous les liquides internes et finissent même par consommer toutes les parties molles de l'animal. Il s'agit alors d'un comportement de prédateur. Cependant, les jeunes Sangsues peuvent vivre un certain temps à l'intérieur de la cavité du manteau de gros Mollusques et prendre leur repas sanguin de façon épisodique. Il s'agit alors de parasitisme vrai. Les Sangsues, typiquement carnassières (Erpobdellidae et quelques Hirudidae), présentent quant à elles un régime alimentaire beaucoup plus varié (Mann, 1962, Klemm, 1976). En Guadeloupe, une étude de *Helobdella punctatolineata* a été entreprise au laboratoire afin de tester ses capacités prédatrices vis-à-vis de *B. glabrata*.

— *Méthodes d'étude*

Une cinquantaine de Sangsues de taille similaire ont été placées en élevage séparément dans des tubes de Borel de 100cc et nourries exclusivement avec des *B. glabrata* de 5-6 mm de diamètre, à raison de 10 Mollusques par tube de Borel. Dès que la moitié des planorbes est dévorée, leur nombre est immédiatement complété à 10 de façon à avoir toujours une quantité de nourriture en excès pour les Sangsues. Chaque tube de Borel contient en outre quelques brins de *Chara sp.* qui apportent oxygène au milieu, et support et nourriture aux Mollusques. L'eau des tubes est néanmoins renouvelée tous les 2 jours. L'expérimentation a été menée à 25°C.

Les Sangsues, qui sont hermaphrodites, présentent en général une fécondation croisée. Chez les Glossiphonidae, les œufs sont enfermés dans un cocon très mince et celui-ci est placé dans une dépression située sur la face ventrale de la Sangsue « mère ». Au premier stade de développement, tandis qu'ils sont encore entourés par la membrane de l'œuf, les embryons élaborent un organe de fixation, se libèrent du cocon et s'attachent sur une seule couche à leur parent. Lorsque les deux ventouses et le système nerveux sont formés, les jeunes éclosent, perdent leur organe de fixation et s'attachent à la Sangsue mère par leur ventouse postérieure (Mann, 1962). Dans le cas de *Glossiphonia complanata*, la durée de maturation des œufs dans le cocon dure 5 à 6 jours et la durée de fixation des embryons 4 à 5 jours. Les jeunes restent ensuite accrochés à la Sangsue mère 14 jours (Mann, 1957). Chez *Theromyzon tessulatum*, les œufs éclosent au bout de 8 à 10 jours et les jeunes restent accrochés plus longtemps, soit environ 2 mois (Mann, 1961). En ce qui concerne *Helobdella punctatolineata*, la durée de maturation des œufs que nous avons mesurée (phase 1 dans notre étude : 4 à 8 jours), correspond au stade de maturation dans le cocon. Les durées de fixation des embryons, puis des jeunes, ont été réunies dans une même

Source : MNHN, Paris

phase car il était trop difficile de les différencier avec de simples observations macroscopiques. Nous avons donc considéré trois phases dans l'évolution normale d'une *H. punctatolineata* :

Phase 1. — Apparition des œufs sur la face ventrale de la Sangsue. La ponte est de forme ronde et les œufs sont agglutinés les uns aux autres de telle sorte qu'il est impossible de les compter. La durée de maturation des œufs est de 4 à 8 jours dans les conditions du laboratoire.

Phase 2. — Après éclosion, les embryons, puis les jeunes restent accrochés sur la face ventrale de la Sangsue « mère » pendant une durée variant de 8 à 35 jours.

Nombre de jeunes / Hp. / ponte	39,6
Intervalle entre deux pontes (jours)	32,5
B. glabrata consommés / Hp. / j (phase 1)	0,64 ± 0,11
B. glabrata consommés / Hp. / j (phase 2)	1,30 ± 0,04
B. glabrata consommés / Hp. / j (moyenne générale)	1,06 ± 0,05

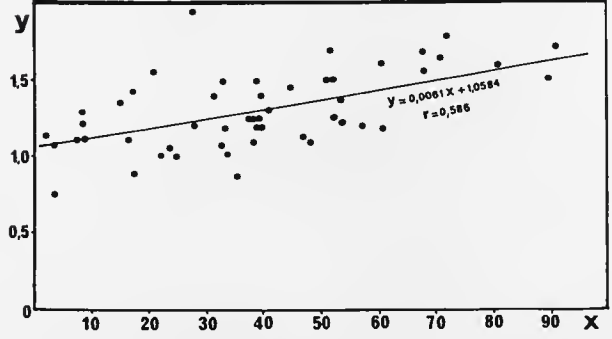

FIG. 52. — *Helobdella punctatolineata* (Hirudinées) élevés au laboratoire et nourris avec des *Biomphalaria glabrata* de 5 à 6 mm (moyennes sur 50 sangsues).

Relation entre le nombre de *Biomphalaria glabrata* consommés par jour (Y) et le nombre de jeunes portés par une sangsue (X).

Source : MNHN, Paris

Phase 3. — Cette phase peut comporter trois possibilités :

a) Après le départ des derniers jeunes une nouvelle ponte apparaît au bout de 1 à 2 jours. Ceci est le cas le plus général (66 % des cas), mais dans le cycle d'une Sangsue, il peut se présenter deux autres possibilités :

b) Une nouvelle ponte peut apparaître sur la face ventrale de la Sangsue dès le départ des derniers jeunes. Ce cas s'est produit pour 13 des 50 Sangsues (26 % des cas).

c) Une nouvelle ponte peut apparaître avant le départ des derniers jeunes. Ce cas s'est produit pour 4 des 50 Sangsues (8 % des cs).

Cette grande variabilité que nous avons pu observer dans les résultats obtenus pour la phase 3 est compréhensible car, non seulement il existe une variabilité naturelle d'un individu à l'autre, mais, de plus, les Sangsues adultes que nous avons utilisées dans cette expérience malgré leur taille sensiblement égale n'ont pas forcément le même âge et peuvent avoir des cycles sexuels de durée et de qualité très inégales. Ceci se traduit par une distribution très inégale des durées pendant lesquelles les Sangsues ne portent ni œufs ni jeunes. La durée moyenne de cette phase, en ne tenant compte que du mode principal de la distribution, est de 1,4 jour.

Les deux premières phases (maturation des œufs et fixation des jeunes) donnent des résultats plus réguliers qui sont présentés dans le tableau (Fig. 52). L'examen de ces résultats nous montre que le nombre moyen de jeunes produits par une Sangsue est de 39,6, l'intervalle moyen entre deux pontes de 32,5 jours, et le nombre moyen de planorbes consommés est de 1,06 par jour et par individu.

D'autre part, il est intéressant de noter que les Sangsues consomment environ deux fois plus de Mollusques lorsqu'elles portent les jeunes que lorsqu'elles ne portent que les œufs (1,30 *B.g.* par jour par individu contre 0,64 *B.g.* par jour et par individu $t = 8{,}826$, différence très significative). Cet excédent de nourriture est évidemment dû à la consommation des jeunes. Ceux-ci, pour se nourrir, se déplacent le long du corps de la Sangsue « mère » qui vient d'attaquer une proie, et participent ainsi au repas de l'adulte (chez *Glossiphonia complanata*, les jeunes, pour leur repas, quittent leur parent et s'attachent eux-mêmes en masse sur le corps de leur proie (Pawlowski, 1955)). Chez *H. punctatolineata*, on constate également que le nombre de Mollusques consommés augmente de façon significative avec le nombre de jeunes que porte la Sangsue (Fig. 52 droite de régression). La durée d'accrochage des jeunes sur la face ventrale de la mère augmente également avec le nombre de jeunes, ceux-ci ayant probablement une croissance un peu plus lente lorsqu'ils sont plus nombreux.

Mac Annally et Moore (1966) ont déjà signalé la préférence marquée de *Helobdella punctatolineata* envers les Mollusques nouveau-nés. En vue de déterminer les quantités de nouveau-nés que peut dévorer cette Sangsue dans les conditions du laboratoire, l'expérience suivante a été entreprise : dans trois séries de tubes de Borel contenant chacun 5 Sangsues adultes ont été ajoutés respectivement 100, 200 et 300 *B. glabrata* nouveau-nés. Chaque série comportait trois tubes de Borel et une série de témoins sans Sangsue a été placée en parallèle. Vingt-quatre heures après, alors que la mortalité dans les témoins était quasiment négligeable, il n'y avait plus un seul survivant dans toutes les séries contenant les Sangsues. Une Sangsue est donc capable de détruire dans les conditions du laboratoire au moins 60 *B. glabrata* nouveau-nés en une journée. Ce potentiel de prédation peut expliquer la disparition des jeunes Mollusques des prélèvements qui ont été effectués entre novembre et mars lors de l'étude de la mare de Céligny en 1974/1975 (Fig 53).

En effet, à cette période, la comparaison des nombres d'œufs de *B. glabrata* et de Sangsues présents sous les feuilles de nénuphars qui constituent le principal site de ponte des Mollusques de la mare, met en lumière cette disparition des classes d'âges les plus jeunes : les comptages effectués sous 50 feuilles de nénuphars donnent une moyenne de 470 œufs de *B. glabrata* et 1,8 Sangsue par feuille. L'éclosion des 470 œufs présents à la date des comptages est évidemment échelonnée au cours du temps, dépendant de leur degré de maturation. Si l'on considère que la durée de maturation des œufs dans les conditions de température présentes à la période étudiée est d'environ 8 à 9 jours, chaque jour, en moyenne, une cinquantaine de Mollusques peut éclore sous une feuille de nénuphar. Sachant qu'une feuille abrite environ deux Sangsues, la probabilité de survie des Mollusques nouveau-nés est donc extrêmement faible sinon nulle.

Source : MNHN, Paris

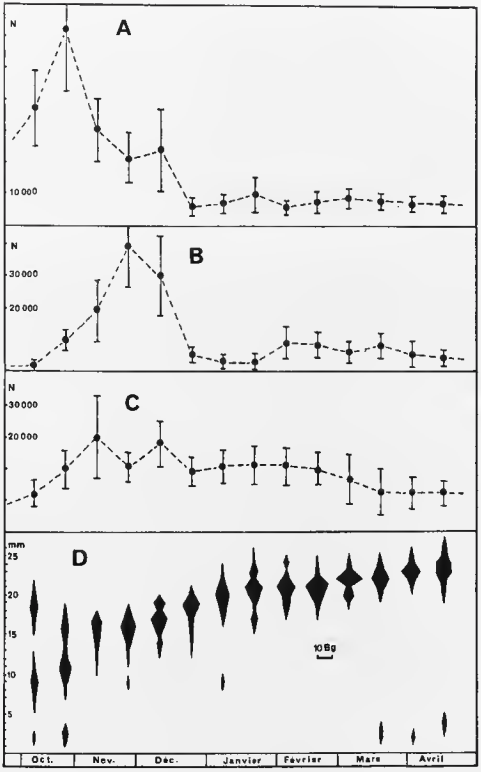

FIG. 53. — Mare de Céligny : évolutions comparées des faunes de Mollusques, d'Hirudinées et d'Insectes au cours d'un cycle saisonnier (1974-1975).

A. — Mollusques, B. — Hirudinées, C. — Insectes, D. — Classes de taille de *Biomphalaria glabrata* (on notera l'absence de jeunes Mollusques des prélèvements effectués de novembre à février, période de densité maximale de la faune associée).

Source : MNHN, Paris

c) *Les Insectes.*

Parmi les Insectes, *Hydrophilus insularis* (stades larvaires) et *Belostoma boscii* (tous stades) se sont révélés des prédateurs actifs de *B. glabrata.*

Les larves d'Hydrophilidae se nourrissent couramment de Mollusques (Maillard, 1971), et nous avons pu vérifier au laboratoire l'action prédatrice de *Hydrophilus insularis* vis-à-vis de *B. glabrata.* Ce coléoptère est très répandu dans les eaux douces guadeloupéennes, mais on ne le trouve jamais en très grand nombre dans un endroit donné et son action sur les populations naturelles de Mollusques paraît donc assez limitée.

Belostoma boscii (Heteroptera, Belostomatidae) est beaucoup plus commun dans les eaux douces. Il semble que dans certains cas il puisse participer de façon non négligeable à la limitation des populations malacologiques. Une étude de ses capacités prédatrices a été réalisée au laboratoire.

— *Méthodes d'étude*

Cinquante jeunes Belostomes nés le même jour d'une même ponte ont été élevés séparément dans des flacons de 1 litre et nourris exclusivement avec des *B. glabrata* à raison de 10 Mollusques par récipient et par Insecte. Dès que la moitié des planorbes est dévorée, leur nombre est immédiatement complété à 10 de façon à avoir une certaine quantité de nourriture toujours présente. Chaque flacon contient en outre, une touffe de *Chora sp.* (Characées) qui apporte oxygène au milieu et support et nourriture aux Mollusques. L'eau est néanmoins renouvelée tous les 3-4 jours.

La taille des proies varie en fonction de l'évolution des Insectes (5 stades larvaires). En élevage, nous avons donc fourni aux Insectes des Mollusques des tailles suivantes : 3-4 mm pour les larves du stade 1, 6-7 mm pour les larves du stade 2, 12-13 mm pour les larves du stade 3, 16-17 mm pour les larves du stade 4, 20-23 mm pour les larves du stade 5 et les adultes. L'expérimentation a été réalisée à 25°C.

Belostoma boscii est un Insecte typiquement aquatique qui ne sort de l'eau qu'en cas d'assèchement du milieu ou pour de courts vols nuptiaux crépusculaires ou nocturnes. Il vit aussi bien dans les mares que dans les cours d'eau à faible débit. L'accouplement a lieu dans l'eau et dure 1 à 3 heures. Aussitôt après, la femelle pond ses œufs en les collant sur le dos du mâle en une couche serrée (rarement deux)qui recouvre totalement ou en partie les élytres de celui-ci. Le nombre d'œufs pour une première ponte peut être de 180 à 240. Pendant l'incubation, qui dure de 5 à 8 jours dans les conditions du laboratoire, le mâle, qui ne peut voler, brosse régulièrement ses œufs à l'aide de ses pattes postérieures. Si les œufs sont décollés des élytres du mâle, ils n'écloront pas et se détruiront très rapidement.

Le développement larvaire comprend donc 5 stades et a duré en moyenne 2 mois pour les 50 insectes nouveau-nés qui ont été élevés dans les conditions du laboratoire et nourris exclusivement avec des planorbes. Le premier stade larvaire a duré en moyenne 6,4 jours, le deuxième 9,4 jours, le troisième 12,7 jours, le quatrième 15,9 jours et le cinquième 17,8 jours. La mortalité au cours de ces deux mois d'expérience est illustrée par la courbe (Fig. 54A) où l'on voit que l'élevage de 50 Insectes nouveau-nés a permis d'obtenir 18 adultes.

Les larves et les adultes peuvent dévorer 2 à 3 Mollusques par jour comme l'indiquent les résultats obtenus : au premier stade, les larves dévorent 2,6 *B. glabrata* de 3 à 4 mm par jour ; au deuxième stade, 2,9 *B.g.* de 6 à 7 mm par jour ; au troisième stade, 2,1 *B.g.* de 12 à 13 mm par jour ; au quatrième stade, 1,7 *B.g.* de 16 à 17 mm par jour ; au cinquième stade, 2,4 *B.g.* de 20 à 23 mm par jour, et l'Insecte parfait peut consommer 1,8 *B.g.* de 20 à 23 mm par jour. La croissance en poids des Insectes est rapide comme le montre la courbe de croissance obtenue en effectuant les poids secs de 50 Insectes de chaque stade (Fig. 54B).

Les adultes ont une durée de vie sans doute très variable, mais, dans les conditions du laboratoire, elle peut dépasser couramment 7 mois. Dans la nature, les belostomes ne se nourrissent pas seulement de planorbes, mais attaquent tout ce qui passe à leur portée (têtards, petits Poissons, autres Insectes et autres Mollusques comme *Physa marmorata*) et leur action prédatrice vis-à-vis de *Biomphalaria glabrata* est certainement moins spectaculaire que dans les conditions du laboratoire. Néanmoins, *Belostoma boscii*, qui est un Insecte très répandu en Guadeloupe, est un des éléments importants de la faune de prédateurs de *B. glabrata.*

Source : MNHN, Paris

Stades larvaires	Taille des Bg consommés (mm)	Bg consommés / Insecte / j
1	3-4	2,6 ± 0,38
2	6-7	2,9 ± 0,23
3	12-13	2,1 ± 0,28
4	16-17	1,7 ± 0,19
5	20-23	2,4 ± 0,29
I.P.	20-23	1,8 ± 0,21

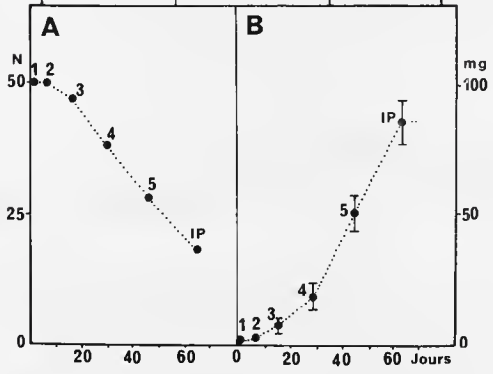

FIG. 54. — *Belostoma boscii* (Insecte, Hétéroptère) élevés au laboratoire et nourris avec des *Biomphalaria glabrata* (élevage réalisé à partir de 50 Insectes nouveau-nés).

A. — Courbe de survie de *Belostoma boscii*.

B. — Croissance de *Belostoma boscii* exprimée en poids sec (mg). 1-2-3-4-5 : stades larvaires, IP : Insecte parfait.

d) *Les Crustacés.*

Chlamydotheca unispinosa est un Ostracode très commun qui est capable de véritables pullulations dans certaines mares de Grande Terre en automne. Plusieurs espèces d'Ostracodes ont une action prédatrice marquée sur les planorbes nouveau-nés au laboratoire : *Cypridopsis vidua, Cypricercus reti-*

Source : MNHN, Paris

culatus (Lo, 1967), *Cypretta kawatai* (Sohn et Kornicker, 1972), *Heterocypris incongruens* (Sohn et Kornicker, 1975). *Chlamydotheca unispinosa* n'a aucune action prédatrice vis-à-vis des Mollusques nouveau-nés dans les conditions du laboratoire. Par contre, cet Ostracode est capable de détruire les œufs de *B. glabrata*, à condition toutefois que les pontes soient détachées de leur support. Dans la nature, il est donc probable que l'action de cet Ostracode est négligeable.

Les eaux douces guadeloupéennes hébergent également de nombreux Crustacés Décapodes (Lévêque, 1974). L'un d'entre eux, *Macrobrachium faustinum*, peut exister parfois, à l'état larvaire, en très forte densité. Dans certains gîtes, des densités de 20 à 30 individus par mètre carré ont pu être observées et ces périodes de pullulation coïncident avec une absence totale de jeunes planorbes ; ceux-ci n'apparaissant au cours du cycle annuel qu'après la disparition des larves de *Macrobrachium* (Ravine des Coudes, Fig. 55).

Nous avons donc testé au laboratoire l'action des larves de *M. faustinum* vis-à-vis des *B. glabrata*.

— *Méthodes d'étude*

Les expériences ont été réalisées dans des aquariums de 4 litres. Trois séries d'expériences ont été entreprises pour tester l'action des larves de crevettes respectivement sur les pontes et les nouveau-nés de *B. glabrata*, sur les jeunes Mollusques de 2 à 3 mm de diamètre et sur les jeunes Mollusques de 6 à 7 mm de diamètre. Chaque expérience est réalisée dans une série de 4 aquariums, et dans chaque aquarium ont été placées 10 crevettes ainsi que les Mollusques correspondants — la première série reçoit 300 œufs de *B. glabrata* par aquarium, la deuxième série 30 *B. glabrata* de 2 à 3 mm, et la troisième 20 *B. glabrata* de 6-7 mm. Des séries témoins sans crevettes sont mises en parallèle pour chaque expérience. En outre, dans chaque aquarium une touffe de *Chara* a été ajoutée servant de support et de nourriture aux Mollusques ainsi qu'aux crevettes.

Action des larves de *Macrobrachium faustinum* sur les pontes et les *B. glabrata* nouveau-nés.

Au bout de 8 jours, temps qui correspond à peu près à la durée de maturation des œufs, une moyenne de 16 % des pontes de *B. glabrata* a disparu dans la série d'aquariums contenant les crevettes. Deux jours après, soit au jour 10 de l'expérience, toutes les pontes sont écloses mais aucun Mollusque nouveau-né n'a pu être retrouvé vivant. Dans les témoins sans crevette, en revanche, une moyenne de 225 planorbes nouveau-nés a été recueillie (soit 25 % de pertes par rapport au nombre initial d'œufs introduits). Si l'action des crevettes vis-à-vis des pontes de planorbes semble donc faible (16 % de pertes au bout de 8 jours de contact), leur influence sur les nouveau-nés est par contre très importante.

Action des larves de *Macrobrachium faustinum* sur les jeunes *B. glabrata* de 2-3 mm.

Au bout de 12 jours d'expérience, aucun Mollusque survivant n'a été retrouvé dans les aquariums contenant les crevettes. En revanche, dans les séries de témoins, une moyenne de 95,8 % de survivants a été recueillie. Là encore, il semble que les crevettes aient une très forte action sur les jeunes Mollusques.

Action des larves de *Macrobrachium faustinum* sur les jeunes *B. glabrata* de 6-7 mm.

Au bout de 12 jours d'expérience, on peut noter une moyenne de 74 % de *B. glabrata* survivants dans les bacs contenant les crevettes alors que les témoins en contiennent 92,5 %. La faible différence montre cette fois-ci que l'action des crevettes disparaît avec l'augmentation de la taille des Mollusques. Ceci corrobore parfaitement les observations réalisées sur le terrain où la population de planorbes présente dans la ravine des Coudes, au moment où il existait une pullulation de crevettes, comportait uniquement des Mollusques d'une taille supérieure à 6-7 mm (Fig. 55). Toutes les observations qui ont été réalisées au cours de ces expériences tendent à montrer que les dommages occasionnés aux Mollusques par les crevettes sont dus à un contact physique répété plutôt qu'à une prédation. En effet, les stades larvaires de *M. faustinum* sont très actifs et, de ce fait, les Mollusques sont très souvent « manipulés » et dérangés par les Crustacés qui, d'ailleurs, n'arrivent pas à briser les coquilles. Il est donc très probable qu'il s'agisse d'une action compétitive par interférence ne se manifestant que lorsque les crevettes sont en très forte densité, comme ce fut le cas dans la ravine des Coudes en 1974-1975.

Source : MNHN, Paris

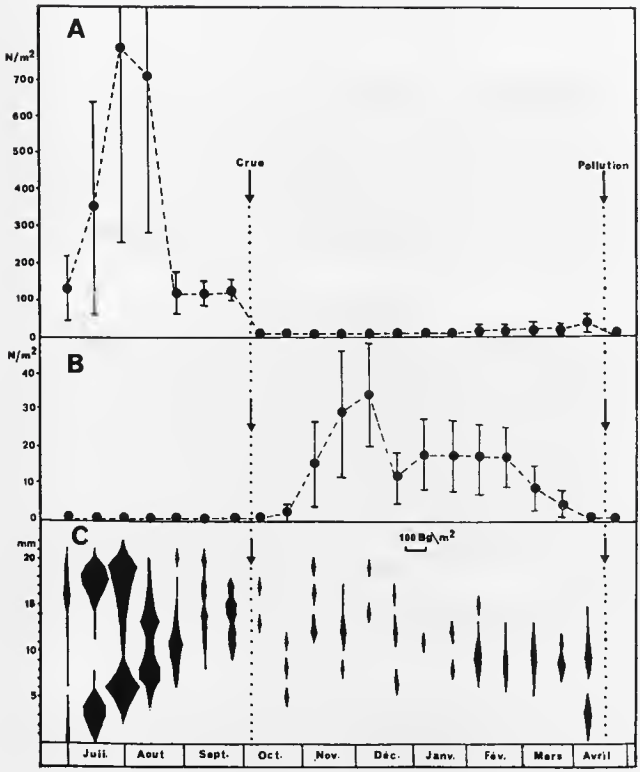

Fig. 55. — Ravine des Caudes : évolutions comparées d'une population de *Biomphalaria glabrata* et d'une population de crevettes (larves de *Macrobrachium faustinum*) au cours d'un cycle saisonnier (1974-1975).

A. — *Biomphalaria glabrata*.

B. — *Macrobrachium faustinum*.

C. — Classes de taille de *Biomphalaria glabrata* (on notera l'absence de jeunes Mollusques des prélèvements effectués de novembre à mars, période de densité maximale des populations de crevettes).

MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

e) Les Vertébrés.

Parmi les Vertébrés guadeloupéens, quelques Poissons se sont révélés des prédateurs occasionnels de *B. glabrata* et en particulier des Mugilidae (quelques coquilles furent retrouvées dans l'estomac de certains spécimens).

Des Oiseaux paludicoles peuvent faire entrer également dans leur régime alimentaire des *B. glabrata* comme nous avons pu l'observer sur le terrain avec le Kio, *Butorydes virescens* (Pointier et Combes, 1976) et le Chevalier à pattes jaunes, *Tringa flavipes*.

Enfin, il convient de signaler l'action prédatrice des rats, *Rattus rattus* et *Rattus norvegicus*, dans certains biotopes où ces rongeurs ont un mode de vie aquatique comme le Grand Étang ou la mangrove de Dubelloy-Devarieux (Combes et col., 1975). Cet effet prédateur se manifeste par la présence en certains endroits de petits tas de coquilles découpées longitudinalement. Ce comportement des rats vis-à-vis de *B. glabrata* a pu être vérifié expérimentalement au laboratoire et a déjà été signalé à Porto-Rico par Pimentel et White (1959).

III. *Influence de la végétation*

La présence de végétation aquatique ou semi-aquatique (Graminées, Polygonacées, Aracées, Nymphéacées, Naiadacées, Characées...) est bien connue pour avoir un effet favorable à la colonisation des milieux aquatiques par les Mollusques (Pimentel et White 1959, Dazo et col., 1966). La végétation est une composante importante de l'environnement des Mollusques et intervient à de nombreux niveaux : elle offre un abri contre les ennemis naturels ainsi que des supports de ponte variés ; elle produit une matière organique abondante utilisée dans l'alimentation des Mollusques ; elle fournit également un substrat très favorable à toutes sortes d'organismes épiphytes (périphyton) qui constituent une autre source de nourriture non négligeable. Enfin, par ses apports d'oxygène, la végétation est un élément d'équilibre des milieux aquatiques.

Dans certains milieux, la végétation peut atteindre des recouvrements de 100 % et favoriser d'autant la prolifération des Mollusques (exemple des mares à *Pistia*, à *Nymphea* ou à Graminées). Certaines espèces végétales sont particulièrement favorables à l'installation des populations malacologiques et peuvent constituer d'excellents indicateurs de leur présence. Ainsi, parmi les espèces végétales présentes en Guadeloupe, nous pouvons citer les Characées (*Chara sp.*), les Naiadacées (*Naias guadeloupensis*), les Aracées (*Colocasia esculenta-Pistia stratiotes*), les Nymphéacées (*Nymphea ampla*), les Graminées (*Paspalum disticum — Hymenachne amplexicaulis*) et les Polygonacées (*Polygonum portoricense*).

Parmi les milieux envahis par la végétation, les plus favorables sont les milieux courants car ils associent une eau constamment renouvelée avec la présence d'une nourriture abondante. Ils arrivent ainsi à supporter des densités très élevées de Mollusques. Un très bon exemple nous est fourni par le canal d'Arnouville-La Retraite (Fig. 56) :

— Caractéristiques du canal

Situation : Nord-Est de la Guadeloupe — Traverse la région sucrière de Vernou, Prise d'Eau, La Retraite Calvaire.

Profondeur maximale : 30-40 cm localement.

Faune associée : Insectes (*Belostoma boscii, Hydrophilus insularis*), Hirudinées (*Helobdella punctatolineata*), Trématodes parasites de *B. glabrata* : *Schistosoma mansoni*.

Faune malacologique : *Biomphalaria glabrata, Physa marmorata, Pisidium punctiferum, Potamopyrgus parvulus, Ampullaria glauca, Gundlachia radiata*.

— Méthode d'échantillonnage

10 stations sont échelonnées tout le long du canal. Chaque station correspond à un prélèvement de 1/10 m² à l'aide d'un cylindre de tôle.

Source : MNHN, Paris

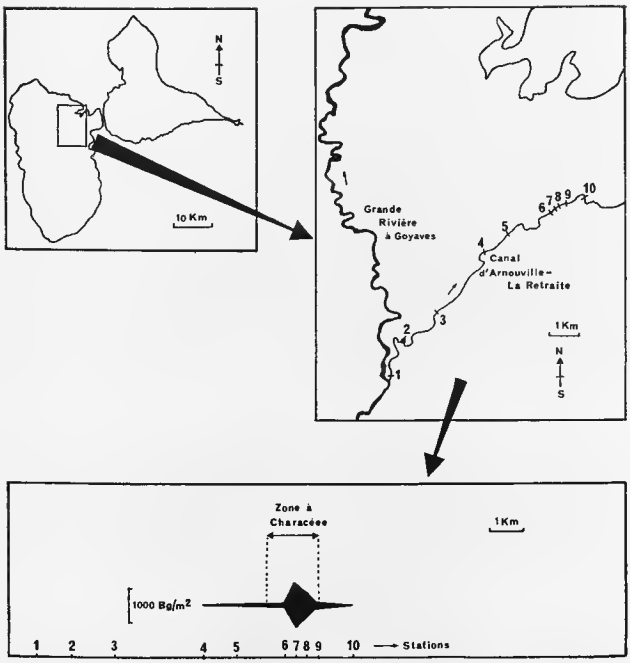

FIG. 56. — Canal d'Arnouville-La Retraite.

Influence de la végétation sur la distribution et la densité de *Biomphalaria glabrata* le long du canal en octobre 1974.

Source : MNHN, Paris

En octobre 1974, l'envahissement d'un secteur du canal par des Characées (secteur 6 à 9 — Fig 56) favorisa la pullulation des populations de *B. glabrata* qui atteignirent localement des densités de plus de 1 200 individus/m².

L'étude des mares nous a également montré l'importance de certaines strates végétales qui peuvent offrir des supports de ponte particulièrement attractifs pour les Mollusques.

Les comptages des pontes présentes sous les feuilles de nénuphars dans la mare de Céligny en septembre 1976 ont montré qu'il y avait 18 000 ± 5 000 œufs par mètre carré de strate à *Nymphea*, soit un total de 720 000 ± 200 000 pour la strate complète présente à cette période. Des comptages d'œufs présents dans les strates voisines (Graminées) n'ont malheureusement pas pu être réalisés à cause du problème de tri (trop faible densité des pontes et destruction du milieu que cela avait entraîné). Cependant, une estimation globale du taux de ponte des Mollusques a pu être obtenue à cette même période par une méthode d'élevage *in situ* dans des cages (10 cages flottantes contenant chacune 10 Mollusques représentatifs de la population naturelle de la mare). Cette estimation nous a donné un total de 824 000 ± 220 000 œufs pour toute la population malacologique présente dans la mare à cette date. Ces chiffres très voisins confirment le fait que la strate à *Nymphea* constitue un lieu de ponte très attractif. Elle contient en effet la grande majorité des pontes présentes dans la mare à cette période. Il est également intéressant de noter que ces différentes strates végétales sont apparemment le siège de migrations : les jeunes Mollusques quittant rapidement la strate à *Nymphea* après leur éclosion pour venir coloniser les zones à Graminées. On constate en effet une divergence complète de l'évolution des peuplements malacologiques des strates à Graminées et de la strate à *Nymphea* (Fig. 57A), divergence qui ne peut s'expliquer que par des migrations massives des jeunes Mollusques.

Certaines espèces végétales peuvent donc constituer des sites de ponte préférentiels pour les Mollusques. Wright (1956) avait déjà observé que les Mollusques d'eau douce ont tendance à se répartir en agrégats dans des micromilieux où la tension en oxygène est plus élevée, et il cite en particulier la partie inférieure des feuilles de nénuphars. Il est certain que celles-ci constituent un site très favorable à la ponte des Mollusques et à la maturation des œufs.

IV. *Les facteurs anthropiques*

Les activités humaines ont un impact très important en Guadeloupe à cause de la densité de population élevée et de la dispersion de l'habitat. L'homme a profondément modifié l'environnement naturel aux Antilles (Barrau, 1978) et l'a rendu très favorable à la transmission de la schistosomose. Dans le milieu naturel guadeloupéen l'homme intervient en particulier :

— Au niveau de la dispersion du Mollusque vecteur par des pratiques culturales en hydromorphie.

— En créant des gîtes très favorables aux Mollusques (mares, défrichement des forêts à *Pterocarpus*, canaux d'irrigation...) et en polluant ces gîtes avec des matières organiques diverses qui constituent autant de sources de nourriture pour le vecteur (levures, mélasses, ordures ménagères...).

1. *Dispersion locale du Mollusque vecteur*

En Guadeloupe, la pratique des cultures en hydromorphie, et notamment celle des madères (*Colocasia esculenta*) est très répandue (Barrau, communication personnelle). Ces habitudes agricoles constituent probablement un important facteur de dispersion de *B. glabrata* à l'intérieur des deux îles guadeloupéennes. Plusieurs arguments viennent étayer cette hypothèse :

— Le repiquage des *Colocasia* est relativement fréquent et les agriculteurs, pour cette opération, utilisent des plants comprenant les rhizomes et le départ des pétioles. Or, les planorbes pondent volontiers sur les pétioles de *Colocasia*. La dispersion des pontes est ainsi assurée.

— En Guadeloupe, les *Colocasia* peuvent être considérés comme de très bons indicateurs de la présence de *B. glabrata*, que ce soit en Grande Terre où ces plantes sont cultivées en bordure des forêts marécageuses à *Pterocarpus*, ou en Basse Terre où ces cultures sont réalisées le long des canaux ou des

Source : MNHN, Paris

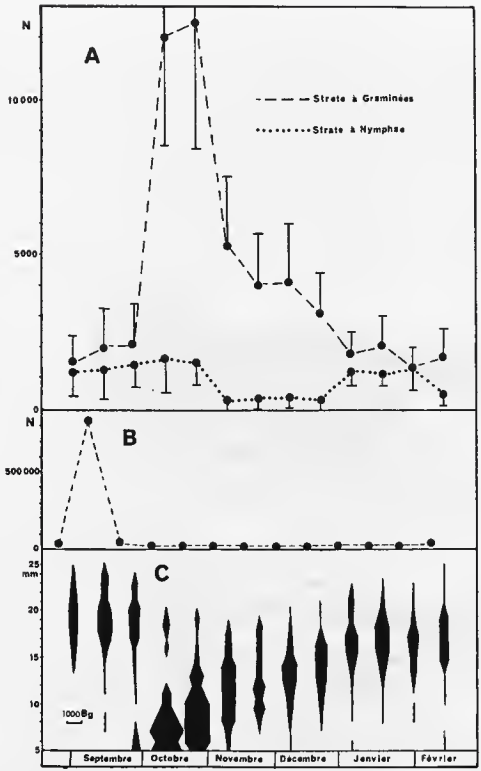

FIG. 57. — Mare de Céligny : importance respective des différentes strates végétales dans le cycle biologique de *Biomphalaria glabrata* en 1976-1977.

A. — Évolution numérique des populations de *Biomphalaria glabrata* dans les deux principales strates végétales.

B. — Évolution du taux de ponte de *Biomphalaria glabrata* (nombre total d'œufs).

C. — Évolution des classes de taille de *Biomphalaria glabrata*.

Source : MNHN, Paris

ravines. Une comparaison des aires de répartition de *B. glabrata* et des zones cultivées dans la vallée de Beaugendre est révélatrice en ce sens : le Mollusque n'est présent que dans les zones anthropisées ou autrefois cultivées (Fig. 58).

— En Martinique, île volcanique du même type que la Basse Terre, *B. glabrata* est très rare et seuls 4 gîtes, tous stagnants, ont été répertoriés de 1972 à 1978 (Guyard et Pointier, 1979). Aucune des nombreuses ravines qui descendent des massifs de la Montagne Pelée et du Carbet n'héberge *B. glabrata*. Il en est de même des quelques canaux de cette région. Pourtant, ces ravines et ces canaux sont très similaires à ceux de la côte sous le vent de Guadeloupe mais diffèrent par le fait qu'on n'y pratique jamais de culture en hydromorphie (Barrau, communication personnelle).

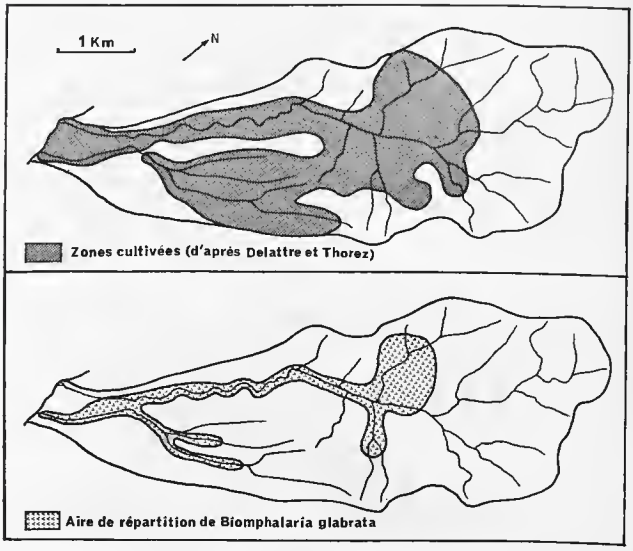

Fig. 58. — Le Bassin versant de la rivière Beaugendre.
Comparaison des zones cultivées ou anciennement cultivées avec l'aire de répartition de *Biomphalaria glabrata*.

Source : MNHN, Paris

2. *Création de gîtes ou de conditions favorables aux populations de* Biomphalaria glabrata

C'est sans doute sur ce plan que l'intervention de l'homme est la plus décisive.

a) *Les biotopes de la Basse Terre.*

L'implantation de nombreuses distilleries et sucreries en Basse Terre a nécessité la création de réseaux de canaux alimentés tout naturellement par des prises d'eau situées sur la partie haute des rivières. Le mauvais entretien, ou même l'abandon de la plupart de ces canaux, leur utilisation à des usages agricoles ou domestiques, ont favorisé l'installation et la prolifération des populations de vecteurs. Ces milieux sont en effet rapidement envahis par la végétation ou encombrés d'ordures ménagères et constituent alors des gîtes très favorables aux Mollusques. Nous avons vu, avec l'exemple du canal d'Arnouville-La Retraite, l'importance de la végétation sur l'installation et la pullulation des populations de planorbes. Les pollutions organiques et le mauvais entretien des installations constituent également des facteurs importants :

Les pollutions organiques : exemple du système canal-ravine dans la vallée de Beaugendre.

La nourriture est un facteur essentiel de la régulation des populations de Mollusques (Jobin et Michelson, 1967, Eisenberg, 1970). Le régime alimentaire de *B. glabrata* est très varié comme l'ont montré les différents élevages réalisés au laboratoire (Bruce et Radke, 1971). *B. glabrata* est en effet capable d'assimiler des matières organiques très diverses, aussi bien animales que végétales : lait en poudre, alginate de calcium ou de sodium, laitue fraîche, sèche ou cuite, cresson, germes de blé, etc... (Standen, 1951, Rowan, 1958, Ritchie et col., 1963 a-b). Dans le milieu naturel guadeloupéen, les pollutions organiques constituent en général d'excellentes sources de nourriture pour *B. glabrata.* Deux exemples nous sont fournis par l'étude des populations de planorbes présentes dans les canaux et une ravine de la vallée de Beaugendre (Fig. 59).

La distribution des Mollusques le long de deux canaux présente des points d'inflation très marqués au niveau des habitations qui les bordent et qui correspondent à des rejets d'ordures ménagères (Fig. 59 en haut).

La distribution des Mollusques le long de la ravine Tarare présente également, à certaines périodes, une anomalie au niveau de la station 16 (la densité y dépassait par exemple 30 *B.g.*/m² en juin 1976 alors que la moyenne générale pour le reste de la ravine était de 3 *B.g.*/m²). Les concentrations de Mollusques en ce point précis du cours d'eau ne peuvent s'expliquer que par la présence en cet endroit d'un déversement irrégulier d'eaux usées très chargées en matières organiques, provenant d'un élevage de porcs (Fig. 59 en bas).

Importance de l'entretien des conduites d'eau : exemple du microfoyer de l'usine de Grosse Montagne.

La dégradation de certaines installations, et en particulier des canalisations d'eau, peut entraîner la constitution de petits foyers très contaminants : un bon exemple nous est fourni par les fuites d'une canalisation amenant l'eau à l'usine de Grosse Montagne (Fig. 60).

— *Caractéristiques du microfoyer*

Situation : Nord-Est de la Guadeloupe dans la cour de la distillerie de Grosse Montagne.
Superficie : 15-20 m².
Profondeur maximale : simple film d'eau qui recouvre le biotope.
Faune associée : néant.
Trématodes parasites de *B. glabrata* : *Schistosoma mansoni.*

— *Méthode d'échantillonnage*

Récolte totale de la micropopulation puis remise en place après étude au laboratoire.

Source : MNHN, Paris

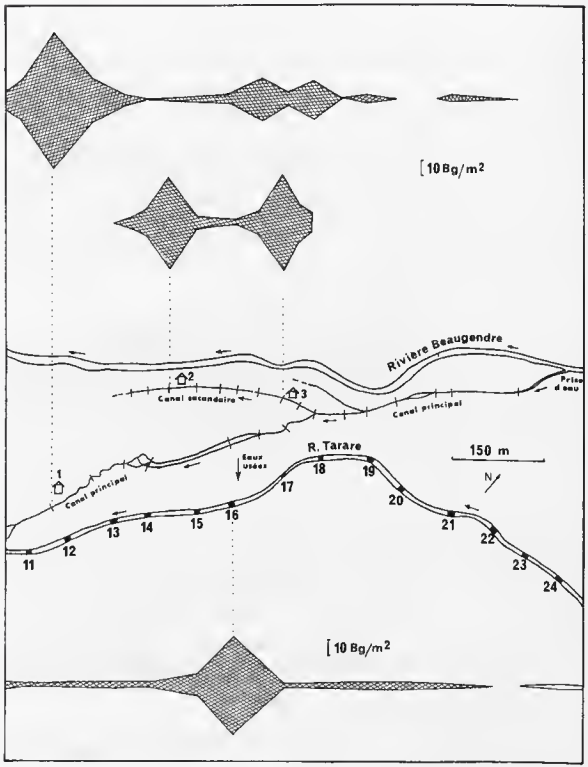

FIG. 59. — Influence des pollutions organiques sur la distribution et la densité des populations de *Biomphalaria glabrata* dans la vallée de Beaugendre.

- En haut : déversement d'ordures ménagères au niveau de 3 habitations bordant deux canaux en novembre 1976.
- En bas : déversement d'eaux usées provenant d'un élevage de porcs au niveau de la station 16 de la ravine Tarare en juin 1977.

Source : MNHN, Paris

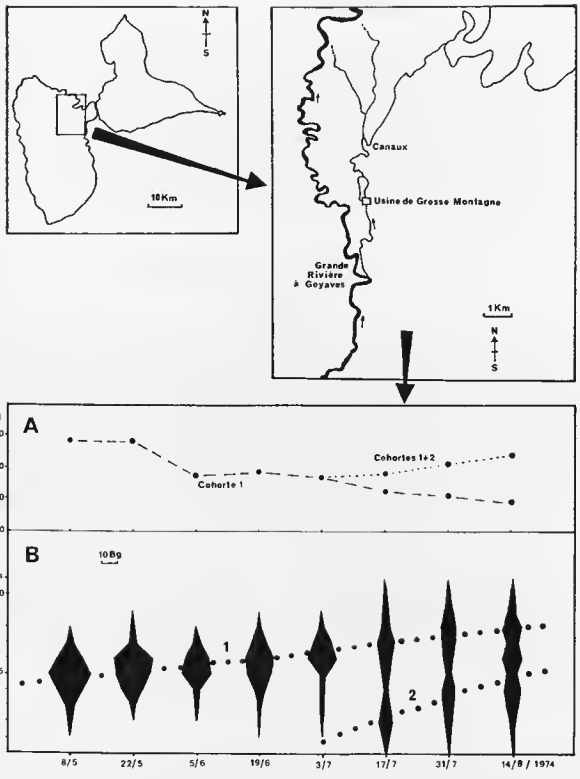

FIG. 60. — Usine de Grosse Montagne : microbiotope à *Biomphalaria glabrata* alimenté par les fuites d'une conduite d'eau.

A. — Évolution numérique de la micro-population de *Biomphalaria glabrata*.
B. — Évolution des classes de taille.

Source : MNHN, Paris

En 1974, cette fuite alimentait une flaque d'eau s'étalant dans la cour cimentée de l'usine. Cette simple flaque d'eau, de dimensions restreintes (15-20 m²), a permis l'installation d'une petite colonie de planorbes. Dans ce microbiotope, les Mollusques vivent dans de très mauvaises conditions : peu de nourriture disponible (dépôt léger de vase sur le ciment et quelques feuilles mortes) et milieu aquatique restreint (un simple film d'eau recouvre le biotope et la flaque n'est alimentée que pendant le fonctionnement de l'usine). Ces mauvaises conditions se traduisent pour les Mollusques par une vitesse de croissance très faible et un certain nanisme (Fig. 60B). Cependant, malgré ces conditions très particulières, un tel biotope peut se révéler très dangereux du point de vue épidémiologique car, d'une part, cette micropopulation peut permettre l'installation du cycle bilharzien (en 1973 la prévalence était en effet de l'ordre de 40 %) et, d'autre part, les cercaires de *S. mansoni* peuvent atteindre, dans un tel site, des densités très élevées par suite du faible volume d'eau disponible (Théron et col., 1977-1978).

b) *Les biotopes de Grande Terre.*

En Grande Terre, deux types de milieux, profondément anthropisés, constituent des gîtes très favorables aux Mollusques : les mares et les forêts marécageuses à *Pterocarpus*.

Les mares

Elles ont presque toutes une origine artificielle et servent de réserve d'eau pour le bétail et les besoins domestiques. Nous avons vu que ce type de milieu, très favorable à *B. glabrata*, était étroitement soumis aux conditions climatiques et présentait un cycle annuel bien marqué (cf. Mare de Céligny). L'absence de *Schistosoma mansoni* de ces gîtes s'explique très vraisemblablement par le fait qu'il n'existe aucune contamination fécale, ces mares constituant souvent la seule source d'eau à usages domestiques pour les populations locales. Par ailleurs, il est peu probable que les conditions extrêmes de température qui règnent dans certaines de ces mares en juin-juillet expliquent l'absence de *S. mansoni*, étant donné qu'en dehors de ces courtes périodes, les températures enregistrées sont très compatibles avec l'installation des cycles parasitaires (7 espèces de Trématodes parasites de *B. glabrata* ont en effet été découvertes dans les mares de Grande Terre). Il serait néanmoins indispensable de vérifier les potentialités réelles de contamination de ce type de milieu par l'introduction de *S. mansoni* dans une mare expérimentale de Grande Terre, et par l'étude de la dynamique du parasite et de son hôte au cours d'un cycle annuel.

Les forêts marécageuses à *Pterocarpus*.

En Guadeloupe, les forêts à *Pterocarpus* sont soumises à une forte pression anthropique : afin d'étendre ses cultures, l'homme déboise petit à petit toutes ces zones et favorise d'autant la dispersion et la prolifération de *B. glabrata*. Cependant, il est possible que le vecteur ait été déjà présent dans ces milieux avant leur exploitation par l'homme car, en Martinique, le gîte à *B. glabrata* le plus important a été découvert dans la prairie inondée précédant la seule forêt à *Pterocarpus* existant dans l'île : la mangrove du Quartier Boineuf, près du Robert (Guyard et Pointier, 1979). Or, cette petite mangrove n'est actuellement soumise à aucune pression anthropique et n'a apparemment jamais été exploitée par l'homme.

Source : MNHN, Paris

INCIDENCE DES TECHNIQUES AGRICOLES SUR LA SCHISTOSOMOSE HUMAINE EN GUADELOUPE

PAR

Alain KERMARREC *

INTRODUCTION

L'endémie bilharzienne est étroitement liée au comportement humain, tributaire des pressions socioéconomiques. En milieu tropical et insulaire, le contexte reste essentiellement agricole selon un schéma encore fortement entaché par l'histoire des Indes Occidentales.

L'absence de réforme agraire profonde maintient l'activité agricole sur deux plans nettement disjoints : la grande culture d'exportation (bananeraie, aubergine, ananas, ...) ou industrielle (canne à sucre) d'une part, et le potager familial, créole autarcique, d'autre part.

La répartition géographique de ces cultures dépend de la topographie et rattache ainsi étroitement l'activité humaine à la climatologie. L'*eau* restant, en dernier ressort, à la base de l'endémie, l'on verra que l'incidence des techniques agricoles sur la schistosomose humaine en Guadeloupe passe essentiellement par ce vecteur : pollutions fécales, pollutions par pesticides, par engrais, par effluents des industries agroalimentaires liées à la culture de la canne à sucre.

L'eau, et plus particulièrement les rapports écologiques entre l'homme insulaire-agricole et l'eau, vont être bouleversés par l'introduction des techniques de cultures irriguées à partir de retenues artificielles. L'endémie, qui n'intéresse jusqu'à présent que la moitié montagneuse de l'île, peut trouver ici un tremplin violent.

Nous discuterons dans les lignes qui suivent les différents aspects des inter-relations de l'homme agricole avec l'homme bilharzien.

LE RELIEF, L'EAU ET LES GRANDES ZONES AGRICOLES

La géographie de l'archipel Guadeloupéen a été présentée par ailleurs et nous n'en retiendrons ici que les grandes lignes, directrices du développement agricole.

En ce qui concerne la Basse-Terre, les alizés chargés d'eau viennent du secteur EST à SUD et délimitent (Fig. 61), sur les hauteurs, des zones fortement arrosées qui correspondent à l'implantation des bananeraies. Le bassin de la grande Rivière à Goyave, au Nord de la Basse Terre (communes de Petit-Bourg, Baie-Mahault, Lamentin et Sainte Rose) ainsi que la Grande Terre (en dehors des Grands Fonds) sont réservés à la culture de la canne à sucre.

La côte sous le vent, peu arrosée, héberge essentiellement une population de maraîchers, il en est de même de la zone, très particulière au plan bioclimatique, des Grands Fonds. Les forêts sont de deux types : d'altitude, en général secondaires sinon tertiaires et flanquées ça et là d'anciennes caféières ;

* Institut National de la Recherche Agronomique, Domaine Duclos, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe.

Source : MNHN, Paris

côtières (mangroves), bordurées par des herbages et des cultures vivrières en zones inondées d'eau douce.

Selon la stabilité des alizés, la pluviométrie annuelle sera plus ou moins bien rythmée avec une demi-période sèche (carême : Janvier-Juin) et l'autre pluvieuse (Juillet-Décembre). Ce schéma, assez théorique, se trouve de temps à autre ponctué d'un (ou plusieurs) cyclone. La pluviométrie importante (2 à 8 m/an) sur un fond hypsométrique souvent aigu, est à l'origine d'un réseau hydrographique très chevelu.

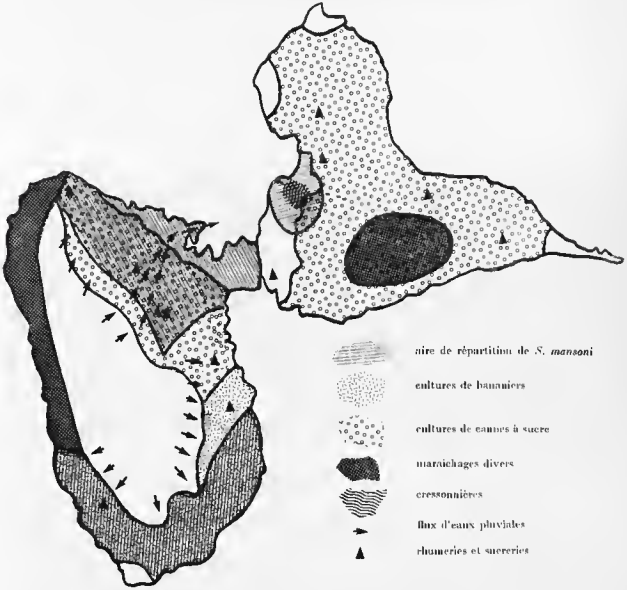

FIG. 61. — Agriculture et schistosomose en Guadeloupe. On voit très nettement la coexistence entre les cultures de bananes et de canne à sucre et la schistosomose en Basse Terre ainsi que le foyer de mangrove en Grande Terre.

Source : MNHN, Paris

L'implantation humaine en zone agricole

Lorsque l'on étudie la répartition des cases ainsi que la densité humaine au km², il apparaît clairement que ces deux paramètres sont liés au réseau hydrographique et aux cultures qu'il permet. Ainsi, le Sud de la Basse-Terre a un peuplement conditionné par la culture bananière avec une structure domaniale évidente. La population du Nord de l'île de Basse-Terre, ainsi que celle de la Grande Terre sont, quant à elles, en corrélation étroite avec l'implantation des usines (distilleries et sucreries) ; elles-mêmes utilisent des canaux de dérivations pour leurs besoins en eau ou pour leurs effluents.

De plus, en zone bananière, la localisation des habitations tend à s'étaler plus en altitude. Près de 40 % de la population y vit au dessus de 200 m d'altitude contre à peine 2 % hors de la zone bananière.

Aspects épidémiologiques liés aux techniques agricoles

L'homme-agricole antillais a donc des contacts répétés, volontaires ou obligés, avec le milieu liquide courant ou stagnant. La qualité — l'état sanitaire — de ces eaux est directement ou indirectement reliée aux activités humaines.

1. — *Impact des techniques agricoles en bananeraies*

Les normes de qualité imposées par le marché pour l'exportation de la banane obligent les planteurs à avoir recours à une stratégie dure de traitements phytosanitaires. Insecticides, nématicides, herbicides, fongicides et raticides sont utilisés dans un contexte de contrôle subventionné parfois jusqu'à 50 % du coût. La recherche d'une solution plus rationnelle — intégrée — pour pallier les pressions exercées par les ravageurs n'apparaît pas encore de ce fait comme une priorité immédiate aux techniciens-décideurs. Ainsi les *tableaux I* et *2* donnent une idée des tonnages de pesticides très peu spécifiques et souvent écopolluants utilisés dans cette zone.

Les phénomènes de résistances aux insecticides apparaissent très rapidement dans les populations d'insectes et, en particulier chez le charançon noir du bananier (*Cosmopolites sordidus*), la lutte chimique à parfois atteint des doses triples de celle recommandée (Edge, 1974).

Des engrais sont également apportés à ces sols régulièrement lessivés par les quelque cinq mètres de pluies annuelles.

La destruction, ou tout au moins l'altération profonde des biocénoses, en particulier des zoocénoses, mais aussi des populations d'algues, de bactéries ou de champignons, liées aux percolations des molécules écotoxiques rémanentes (surtout les organochlorés) peut aboutir à une réduction, voire à une disparition des faunes prédatrices de *Biomphalaria glabrata*. Ce sont surtout les formes larvaires de crustacés et d'insectes qui sont atteintes par ces poisons. Quant aux larves d'Eristales ou de Chironomes, aux Planorbes et aux Oligochètes, ils résistent encore alors que les autres animaux ont disparu. Les engrais agissent dans un sens également favorable aux planorbes qui sont essentiellement végétariens. En effet, les fertilisants constituent un apport trophique minéral accroissant fortement la production primaire des eaux douces de la Basse Terre. Ainsi artificiellement nourries, certaines plantes favorisent les populations de planorbes en offrant un abri contre leurs prédateurs. Citons, par ordre décroissant de densité de mollusques habituellement hébergés par ces plantes :

— les characées ;
— le cresson ;
— diverses graminées : *Paspalum distichum*, *Hymenachne amplexicaulis* ;
— diverses espèces de nénuphars ;
— *Pistia stratiotes* ;
— *Colocasia esculenta*, très largement cultivé par l'homme ;
— *Polygonum portoricense* ;

Source : MNHN, Paris

Désignation	1974		1975		1976		1977		1978	
	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur	Quantité	Valeur
Insecticides	865 583	6 068 591	1 089 958	9 405 439	1 231 237	9 752 274	9 752 274	13 710 756	1 226 321	11 743 202
Fongicides	17 999	695 974	27 441	989 660	16 192	569 828	18 468	789 448	26 462	931 014
Herbicides	92 781	446 660	97 686	1 99·064	148 487	2 515 490	181 909	2 669 632	136 274	2 569 458
Désinfectants	109 592	569 440	170 510	960 575	135 162	7 632 769	139.179	1.304.031	173 046	1 719 279

Tableau n°1 : Importations de : Fongicides, Herbicides, Insecticides et Désinfectants de 1974 à 1978 en Guadeloupe (Source DNCE).

Unités = Quantité : kg ; Valeur : Francs

Source : MNHN, Paris

En TMa/an		Guadeloupe Surfaces 6 500 ha	Martinique bananières 10 000 ha	Dose Ma/ha/an en kg
Fongicides :	Bénomyl	7,5	10	1,0
	Thiophanate de méthyl	15	20	2,0
Insecticides	anciens (p. mém.)			
	Dieldrine	120	180	15 à 20
	Aldrine	250	350	30 à 40
	HCH	1500	2000	180 à 270
Insecticides	actuels			
	Lindane	97,5	150	15
	Chlordécone	49	75	7,5
	Pirimiphos-éthyl	65	100	10
Nématicides				
	Phénamiphos	16,5	25	2,5
	Ethoprophos	65	100	10
Herbicides	Paraquat	3,2	5,0	0,5
Engrais	12.12.24, NPK	19.500	30.000	3000

TABLEAU n° 2.

Tonnages maximaux des matières actives utilisées pour l'ensemble des surfaces bananières.

Signalons enfin que le rat noir, ravageur permanent des régimes, est également hôte final dans le cycle bilharzien. Étroitement liés à la culture, les populations murines viennent entretenir, plus ou moins fermement, le cycle parasitaire.

2. — *Impact des techniques agricoles en zone de canne à sucre*

La canne ne reçoit pas d'insecticides. Le contrôle biologique des lépidoptères foreurs (pyrales) mis au point par l'I.N.R.A. est à la disposition des Coopératives et Centres Techniques. Les engrais

Source : MNHN, Paris

et herbicides peuvent en revanche intervenir dans la dynamique de l'endémie schistosomienne selon le processus décrit précédemment. Les industries sucrière et rhumière paraissent avoir un impact plus direct par les pollutions qui les accompagnent. Ces nuisances sont principalement liées aux rejets de vinasses de distillation du rhum.

Une tonne de canne donne 800 l de jus. Ce jus donnera à son tour, pour 1 000 l fermenté (vin), du rhum et 950 l de vinasses ainsi que 200 l fermenté (moût) qui permettent de récupérer encore du rhum et 190 l de vinasses. Les rivières, et en particulier la Grande Rivière à Goyave à Grosse Montagne, reçoivent ces vinasses en période d'étiage (figure 62).

Pour resituer ces chiffres, il faut se souvenir qu'une DCO de 150 T jour équivaut à ce qui doit être biodégradé dans les égouts d'une ville de 1,5 millions d'habitants. Les quantités quotidiennes déversées varient, selon les usines, de 10 à 200 m³. La température de l'émission voisine, de plus, 90°C. Rappelons enfin qu'une DCO de 1 000 mg/l est déjà importante pour une station d'épuration urbaine. Au-delà, des amendes peuvent être infligées aux contrevenants et 20 000 mg/litre entraînent le blocage du fonctionnement de l'usine.

Il est évident que de tels rejets bouleversent profondément la biocénose aquatique et les nouveaux équilibres qui s'installent sont souvent en faveur des populations de planorbes. Le mollusque apparaît comme un pionnier dans ces milieux riches en matières organiques et minérales, pour partie assimilables par lui mais surtout par les végétaux inférieurs et bactéries dont il se nourrit. Quand à ses prédateurs, grands consommateurs d'oxygène, ils sont éliminés durablement de ces milieux surpollués et aspbyxiants.

Nous relatons ici, à titre d'exemple, deux observations de terrain : (A. Carvacho, communication personnelle, 1975).

1. — *RAVINES DES COUDES : effluents d'usine*

	Avant la pollution	lors de la pollution	quelque temps après
Animaux récoltés	Six espèces de crevettes et *B. glabrata*	0 0	0 *B. glabrata*

2. — *GOSIER*

Des déversements d'huiles de vidange des moteurs (usines, garages et particuliers) dans les cours d'eau et les canaux à usages agricoles sont fréquents.

	avant le déversement d'huile minérale	après le déversement d'huile minérale
Nombre de crevettes de toutes tailles capturées en une heure	1.800	3

3. — *Impact des techniques agricoles en zones marginales hydromorphes*

Ainsi que l'ont montré Pointier & Théron (1979), dans la mangrove lacustre, la transmission de la schistosomose intestinale apparaît étroitement dépendante des conditions climatiques et, en particulier, de l'alternance saison sèche-saison des pluies. Le mollusque vecteur est présent dans la

Source : MNHN, Paris

		De Canne	De Mélasses
Vinasses	DCO DBO_5 PH	18-21 000 9 000 3,5	50-100 000 25- 60 000 3,2
Fonds de Cuve	MS Totale DCO	120 1 700	90 ?
Surnageant	DCO P mg/l N	94 330 200	170 350 500

TABLEAU n° 3.

Données physicochimiques des effluents de distillerie (selon M. Namory, communication personnelle). DCO en g/l; DCO des fonds de cuve débarrassée de la folle bagasse.

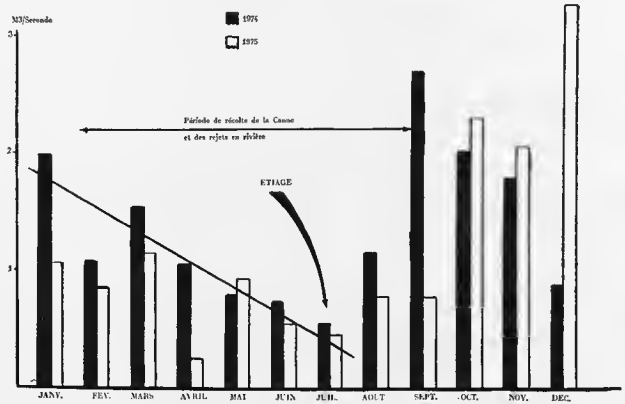

FIG. 62. — Débit mensuel de la Grande Rivière à Goyave durant les années 1974 et 1975. On voit que les rejets d'effluents par les usines de traitement de la canne se font surtout aux périodes de basses eaux. (Données hydrologiques de l'ORSTOM).

Source : MNHN, Paris

prairie bordant la forêt palustre et dans les cultures de madère (*Colocasia antiquorum*) en sous-bois de *Pterocarpus*.

Ces zones sont le théâtre d'une activité agricole non négligeable : cressonnières, cultures vivrières, potagers créoles, élevages de bovins au piquet, piégeage de crabes... L'homme agricole y circule pieds nus et le cycle bilharzien est entretenu par les défécations humaines et murines. Certaines mangroves bordant de grosses communes (Abymes, Morne à L'eau) servent aussi de dépotoirs pour les déchets urbains où les populations de rats trouvent pitance. Soulignons que, dans ces zones, les techniques agricoles sont primitives, du niveau de la cueillette, pour et par une frange sociale marginale de la population (chômeurs, non propriétaires de terrains agricoles). Le terrain parasitaire humain est d'avance défavorable (mauvaise alimentation, surparasitisme, polyparasitisme, alcoolisme...).

4. — *La Grande Terre et les projets d'irrigation*

La Grande Terre, mises à part les zones de mangroves, est indemme de schistosomose en dépit de la présence simultanée de l'homme, du planorbe et de l'eau (mares) en de nombreux points.

L'apport d'eaux domestiques et agricoles en quantité dans la zone du Moule (prévu pour 1981) et dans la zone de l'Anse Bertrand (prévu pour 1985-90) peut avoir au moins trois conséquences néfastes (figure 63) liées :

— à la modification profonde de la *perception de l'eau* chez l'homme et à une dérive éthologique dans le sens du non-respect de ce fluide ;
— au mauvais entretien des conduites, retenues et canaux ;
— aux modifications hydrobiologiques au niveau de la source de pompage (Bras David, côtes 90 à 130).

Si l'on suppose d'entrée que le cycle bilharzien *peut fonctionner* en Grande Terre (ce que nous nous proposons de vérifier, en 1980, sous convention d'étude avec le Département de la Guadeloupe), les trois points précédents sont de la première importance :

Il semble que la perception de l'eau, tant en qualité qu'en quantité, aboutisse à un comportement de *respect de l'eau* disponible pour les besoins domestiques. Jusqu'à ce jour, la seule source d'eau reste la mare, qui n'est polluée, ni directement ni indirectement. Un apport d'eau *ad libitum*, même à titre onéreux, risque de modifier ce comportement en réduisant le niveau du respect de l'eau. Si telle est la nouvelle résultante comportementale, le risque de contamination de la mare (et partant, de sa transformation en point privilégié d'endémie) devient réel car la plupart des mares hébergent déjà *Biomphalaria glabrata*.

La méthode de distribution de l'eau pour l'irrigation devra tenir compte des facteurs épidémiologiques : utilisation de canalisations closes et étroite surveillance des retenues pour en interdire l'accès à d'éventuels baigneurs, ou pêcheurs, pouvant se transformer en pollueurs « fécaux » ou en victimes. Les retenues devront être régulièrement faucardées pour éliminer les végétaux abris et sources d'aliments pour les planorbes. Les prédateurs peuvent y être favorisés (crevettes, poissons ...). Une bonne gestion des conduites de distribution d'eau jusqu'aux postes d'aspersion doit permettre l'élimination rapide de tout point de fuite. Il faut, bien entendu, proscrire l'exemple africain de l'irrigation par canaux à ciel ouvert.

La modification du régime hydrologique de la Grande Rivière à Goyave, due au prélèvement de l'eau nécessaire à l'alimentation des deux retenues de la Grande Terre (figure 63), peut s'avérer rapidement favorable à la schistosomose. En effet, bras morts et mares stagnantes ainsi artificiellement créés deviendront d'excellents gîtes à *B. glabrata* augmentant l'endémie dans ces zones.

Source : MNHN, Paris

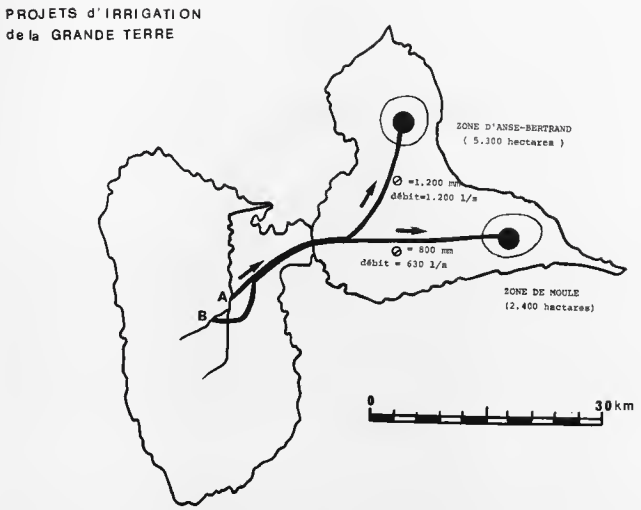

FIG. 63. — Projets d'irrigation de la Grande Terre par des prélèvements d'eau dans le réseau de la Grande Rivière à Goyave et stockage dans des réservoirs en Grande Terre.

CONCLUSION

Les techniques agricoles, aux Antilles, tendent à augmenter l'endémie, d'origine hydrique, de la bilharziose. Les outils chimiques utilisés dans le cadre de la protection des cultures (pesticides) et les fertilisants favorisent la démographie du planorbe-vecteur en abaissant les pressions de prédation et en augmentant les sources alimentaires végétales. Les effluents des industries sucrières et rhumières ont le même effet.

Les déchets agricoles entretiennent les populations murines qui paraissent aptes à fermer le cycle parasitaire.

Les cultures vivrières marginales en arrière-mangrove s'effectuent en zones favorables à l'endémie bilharzienne : le planorbe, le rat, la végétation et l'eau douce ombragée y entourent l'homme qui ignore totalement le risque encouru.

Enfin, l'introduction récente des techniques de cultures irriguées en Grande Terre soulève le problème des risques d'apparition à court terme, de schistosomes dans les mares, canaux et retenues artificielles.

Source : MNHN, Paris

RIBEIROIA GUADELOUPENSIS NASSI 1978, ET LES AUTRES TRÉMATODES STÉRILISANTS

PAR

Claude COMBES et Henri NASSI *

L'utilisation des Trématodes dans le contrôle biologique des Schistosomoses humaines met en œuvre la propriété de beaucoup d'entre eux de se développer dans la glande génitale des Mollusques vecteurs ou de modifier son fonctionnement. Ce développement du parasite entraîne la stérilité partielle ou totale des Mollusques.

Pour obtenir des résultats quantitatifs efficaces sur le terrain, c'est-à-dire obtenir une réduction significative de la population de Mollusques, il faut donc chercher à développer quantitativement la population du Trématode. Si une telle idée est ancienne, le premier résultat authentique sur le terrain est à mettre à l'actif de LIE, KWO et OWYANG (1971). Ces auteurs ont obtenu, dans une mare, une très forte réduction d'une population d'*Indoplanorbis exustus* par introduction d'œufs d'un Trématode Echinostomatidae. THOMAS (1973) a fait le point de l'ensemble des résultats obtenus et se montre d'un optimisme mesuré sur l'avenir de cette méthode. Il souligne que des travaux nouveaux et approfondis sont très souhaitables. Il met également l'accent sur l'éventualité d'une sélection progressive de races résistantes aux parasites utilisés, sélection que l'on observe dans bien des méthodes de lutte et qui rend peu à peu le contrôle inopérant.

On doit ajouter que les mêmes Trématodes qui provoquent la castration du Mollusque ont souvent une action antagoniste des sporocystes de *Schistosoma*. Cette action va donc également dans le sens de la lutte anti-bilharzienne. LIM et HEYNEMAN (1972) ont développé les perspectives ouvertes par cet antagonisme entre Trématodes à l'intérieur du Mollusque. Des recherches dans cette voie ont été menées en Égypte par RYSAVY, BARUS, MORAVEC et YOUSIF (1974). Nos recherches sur les Trématodes guadeloupéens pouvant être pathogènes pour *Biomphalaria glabrata*, vecteur local unique de *Schistosoma mansoni*, ont comporté quatre étapes :

- inventaire des espèces
- réalisation des cycles biologiques
- tests de stérilisation
- maintenance et production en masse d'œufs de *Ribeiroia guadeloupensis* (fig. 64 et 65).

Ces quatre étapes ont débouché sur l'essai de contrôle biologique sur le terrain par *R. guadeloupensis*, essai dont la méthodologie, les résultats concrets et les conclusions que l'on peut en tirer seront exposés plus loin.

I. — INVENTAIRE DES ESPÈCES

La première étape de nos recherches a été la réalisation d'un inventaire aussi complet que possible des Trématodes se développant, dans les conditions naturelles, chez *B. glabrata* en Guadeloupe et

* Université de Perpignan, avenue de Villeneuve, 66025 Perpignan Cedex.

Source : MNHN, Paris

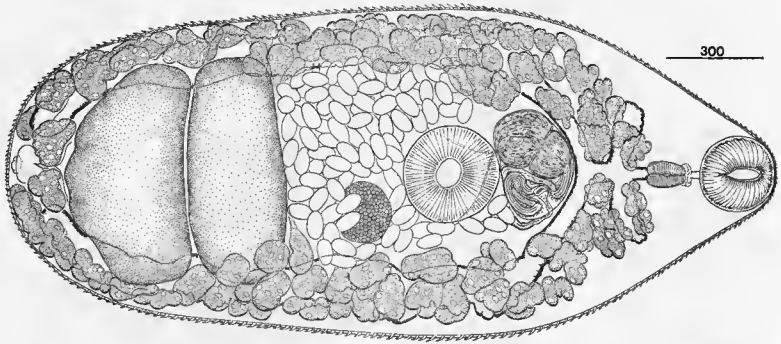

FIG. 64. — L'adulte de *Ribeiroia guadeloupensis* Nassi 1978.

Source : MNHN, Paris

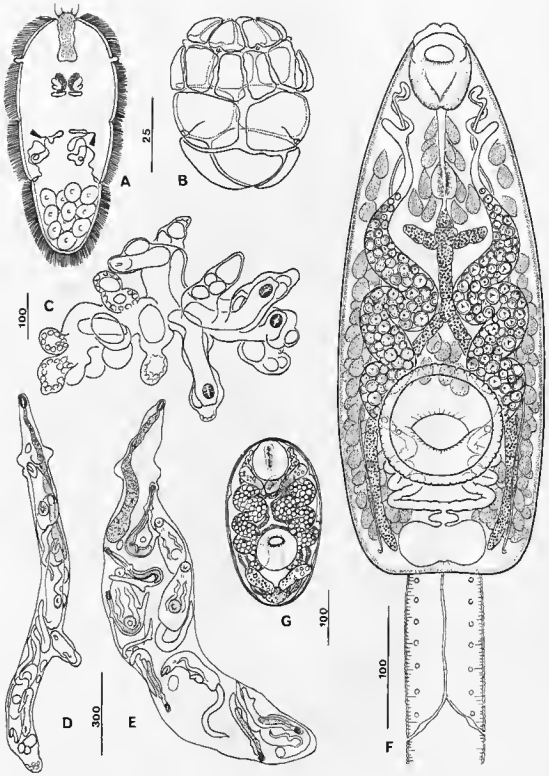

FIG. 65. — Les stades larvaires de *Ribeiroia guadeloupensis* Nassi 1978

A : le miracidium et B : son organisation.
C : le sporocyste primaire.
D et E : la rédie.
F : la cercaire.
G : la métacercaire.

Source : MNHN, Paris

ayant, sur le Mollusque, un effet stérilisant ou au moins pathogène (Golvan et coll. 1974, Golvan et coll. 1975).

Sont inclus dans cette enquête non seulement les Trématodes qui utilisent *B. glabrata* comme premier hôte intermédiaire, mais également ceux qui, développant leurs cercaires chez d'autres Mollusques, pénètrent et s'enkystent chez *B. glabrata* pour y former leurs métacercaires. L'expérience nous a en effet démontré que l'effet pathogène de ces métacercaires pouvait ne pas être négligeable, même si, à proprement parler, il n'était pas stérilisant.

L'enquête, réalisée sur l'ensemble du territoire guadeloupéen, a permis d'isoler 8 espèces (en dehors de *S. mansoni* lui-même) utilisant *B. glabrata* comme premier hôte intermédiaire :

— deux Strigeidae : *Apatemon gracilliformis* Szidat 1928
Apharyngostrigea sp.
— un Diplostomatidae : *Tylodelphis* sp.
— un Clinostomidae : *Clinostomum golvani* Nassi et Bayssade-Dufour, 1980.
— un Schistosomatidae : *Gigantobilharzia* sp.
— un Cathaemasiidae : *Ribeiroia guadeloupensis* Nassi, 1978.
— deux Echinostomatidae : *Echinostoma euzeti* Nassi, 1981, *Petasiger carribensis* Nassi, 1980.

A côté de ces Trématodes, trois autres espèces utilisent ce Planorbe comme deuxième hôte intermédiaire (enkystement des métacercaires). Il s'agit de :

— un Strigeidae : *Cotylurus* sp.
— deux Echinostomatidae : *Echinostoma* sp. 1
Echinostoma sp. 2.

Aucune de ces espèces n'avait été signalée en Guadeloupe. Le nombre d'espèces auxquelles un nom n'a pu être attribué avec certitude (signalées par « sp. ») dit les difficultés de la détermination auxquelles nous avons été confrontés.

II. — CYCLES BIOLOGIQUES

L'objectif d'utiliser les Trématodes stérilisants comme agents pathogènes des mollusques vecteurs implique l'étude expérimentale de leurs cycles de développement. Celle-ci a été entreprise pour toutes les espèces citées dans l'inventaire et a donné les résultats suivants :

1. — Cycles partiellement réalisés

Apharyngostrigea sp.

— premier hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— deuxième hôte intermédiaire : *Bufo marinus*
— hôte définitif : inconnu
— stade larvaire connu : cercaire

Cotylurus sp.

— premier hôte intermédiaire : inconnu
— deuxième hôte intermédiaire : *B. glabrata* avec présence de métacercaires dans l'ovotestis
— hôte définitif : inconnu
— stade larvaire connu : métacercaire

Source : MNHN, Paris

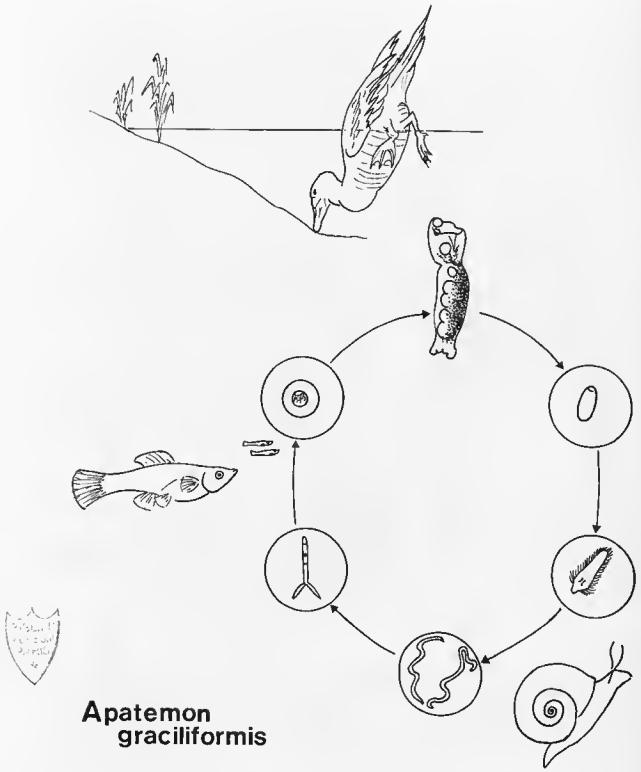

FIG. 66. — Le cycle d'*Apatemon graciliformis*.

Source : MNHN, Paris

Tylodelphis sp.

— premier hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— deuxième hôte intermédiaire : *Tilapia mossambica*, hôte naturel et expérimental, avec présence de métacercaires oculaires
— hôte définitif : inconnu
— stades larvaires connus : cercaire et métacercaire

Gigantobilharzia sp.

— hôte intermédiaire unique : *B. glabrata*
— hôte définitif : inconnu
— stade larvaire connu : cercaire

Echinostoma sp. 1

— premier hôte intermédiaire : *Ampullaria glauca*
— deuxième hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— hôte définitif : immatures obtenus expérimentalement chez *Cairina moschata*
— stades larvaires connus : cercaire et métacercaire

2. — Cycles réalisés en totalité

Echinostomo euzeti Nassi, 1981

— premier hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— deuxième hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— hôtes définitifs : *Cairina moschata* (expérimental) et *Serinus canarius*
— stades larvaires connus : miracidium, sporocyste, rédies 1 et 2, cercaire et métacercaire

Petasiger carribensis Nassi, 1981 (fig. 67)

— premier hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— deuxième hôte intermédiaire : *Poecilia reticulata* (expérimental)
— hôtes définitifs expérimentaux : *Cairina moschata*, *Serinus canarius*
— stades larvaires connus : miracidium, sporocyste, rédies, 1 et 2, cercaire et métacercaire

La figure 67 montre un exemplaire adulte obtenu expérimentalement. La figure 68 montre les différents stades larvaires.

Apatemon graciliformis Szidat 1928

— premier hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— deuxième hôte intermédiaire : *Poecilia reticulata* (hôte naturel et expérimental), *Platypoecilia reticulatus*, *Xiphophorus helleri* (expérimentaux)
— hôte définitif : *Cairina moschata* (expérimental permettant d'obtenir des adultes dans l'intestin)
— stades larvaires connus : miracidium, sporocystes 1 et 2, cercaire, métacercaire

La figure 6fi montre le schéma général du cycle biologique.

Source : MNHN, Paris

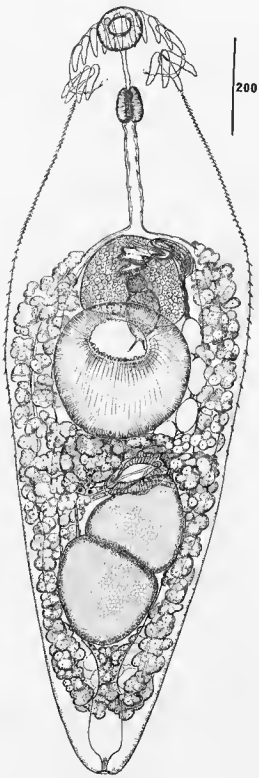

Fig. 67 — *Petasiger carribensis* Nassi 1980. Individu adulte.

Source : MNHN, Paris

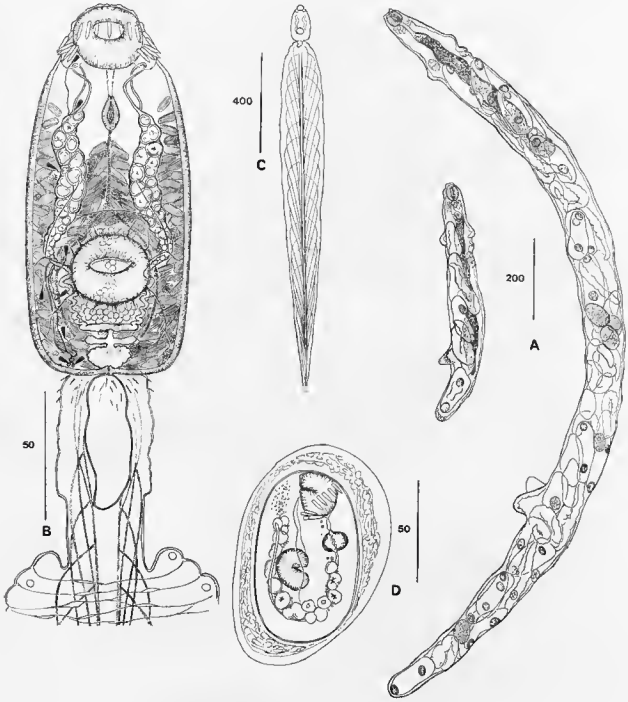

FIG. 68. — Formes larvaires de *Petasiger carribensis* Nassi 1980.

A. — rédies.
B. — partie antérieure de la cercaire.
C. — la cercaire *in toto*.
D. — la métacercaire.

Source : MNHN, Paris

Clinostomum golvani Nassi, 1979

— premier hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— deuxième hôte intermédiaire : *Poecilia reticulata* (naturel et expérimental)
— hôte définitif : *Butorides virescens* (naturel et expérimental, avec adultes dans la cavité buccale)
— stades larvaires connus : rédie, cercaire, métacercaire

Ribeiroia guadeloupensis Nassi 1978 [1]

— premier hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— deuxième hôte intermédiaire : *Tilapia mossambica* (naturel et expérimental, avec métacercaires sous les écailles et dans la ligne latérale)
— hôte définitif : *Rattus rattus* et *Rattus norvegicus* (naturels et expérimentaux, avec adultes dans la paroi de l'estomac)
— stades larvaires connus : miracidium, sporocyste, rédies 1 et 2, métacercaire

La figure 64 montre un exemplaire adulte récolté chez *Rattus rattus*. La figure 65 montre les stades larvaires, la figure 69 représente le schéma général du cycle biologique. Quant à la figure 70, elle représente la coupe d'une crypte de la muqueuse gastrique de *R. rattus* contenant un adulte de *R. guadeloupensis*.

Echinostoma sp. 2

— premier hôte intermédiaire : *Physa marmorata*
— deuxième hôte intermédiaire : *B. glabrata*
— hôtes définitifs expérimentaux : *Serinus canarius*, *Cairina moschata*, *Rattus norvegicus*
— stades larvaires connus : cercaire et métacercaire

L'étude des cycles de développement de *R. guadeloupensis* et d'*Apatemon graciliformis* a permis de faire deux découvertes d'ordre fondamental. Dans le cas de *R. guadeloupensis*, il s'agit d'un comportement particulier des stades larvaires chez le mollusque qui interviennent dans le processus de stérilisation de l'hôte. Dans le cas d'*A. graciliformis*, il s'agit du mode de transmission par le deuxième hôte intermédiaire.

CAS DE R. guadeloupensis

Les recherches (Nassi 1979) ont montré qu'à 25°C, les Mollusques infestés par des miracidiums de *R. guadeloupensis* pondent normalement jusqu'au 10e jour après l'infestation, puis le nombre d'œufs pondus diminue entre le 10e et le 11e jours. Enfin la ponte *cesse totalement à partir du 11e jour* (figure 71). Or, l'étude histologique révèle que ce stade critique du 11e jour coïncide avec un envahissement du cerveau du Mollusque par de jeunes rédiesmères, alors qu'à ce moment *aucun dégât n'a encore été causé tant à l'ovotestis qu'au tractus génital, par le parasite.*

La fréquence de cette localisation cérébrale augmente du 9e au 12e jour ; cette localisation s'observe chez plus des trois quarts des individus examinés le 11e jour et chez tous ceux que l'on examine au 12e jour, lorsqu'aucune ponte ne s'est produite.

Les rédies sont principalement localisées entre les ganglions cérébroïdes, dans l'espace sanguin périneural, au voisinage immédiat des corps médio-dorsaux (fig. 72). On peut en compter jusqu'à

1. Nous avons d'abord signalé l'espèce sous le nom de *R. marini*, puis comme *R. marini guadeloupensis*. Malgré ses affinités morpho-anatomiques avec *R. marini sensu stricto*, parasite d'oiseaux à Sainte-Lucie (Huizinga 1973), il semble que l'espèce de Guadeloupe, parasite de mammifères, doive être élevée au rang d'espèce distincte (voir Nassi, 1978).

Source : MNHN, Paris

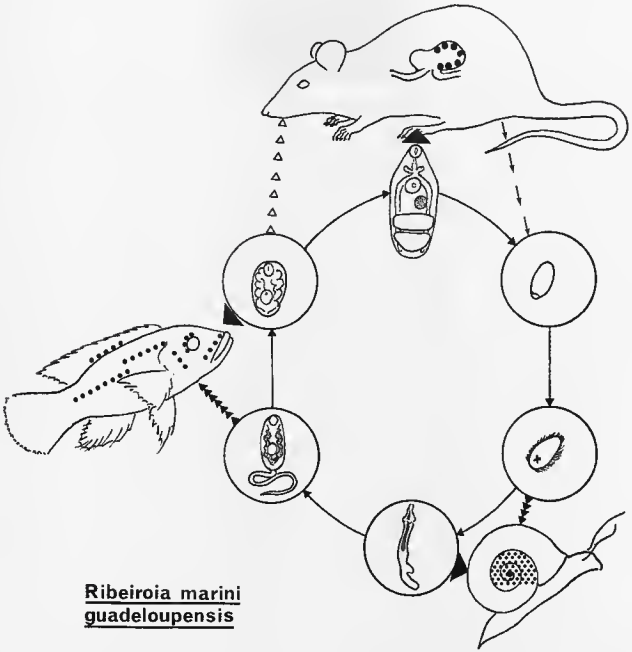

Fig. 69. — Le cycle évolutif de *Ribeiroia guadeloupensis* Nessi 1978.

Source : MNHN, Paris

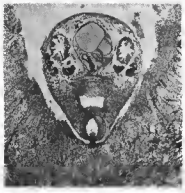

Fig. 70. — *Ribeiroia guadeloupensis* Nassi 1978. Coupe d'une crypte de l'estomac de *Rattus rattus* abritant un parasite adulte.

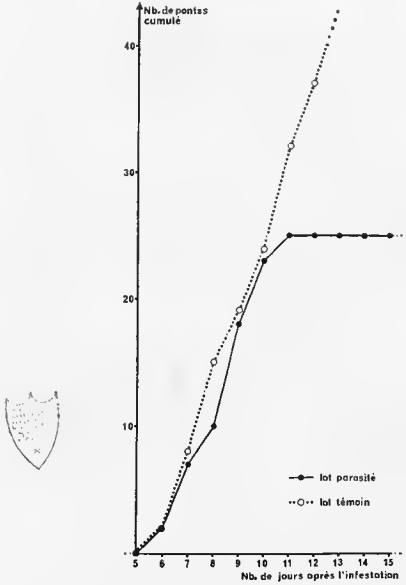

Fig. 71. — Coïncidence de l'arrêt de la ponte de *Biomphalaria glabrata* et de la présence de jeunes rédies-pères de *Ribeiroia guadeloupensis* dans le cerveau du Mollusque.

Évolution de la productivité du lot de 10 Mollusques parasités à partir du 5e jour après l'infestation et du lot témoin de 10 Mollusques sains.

Source : MNHN, Paris

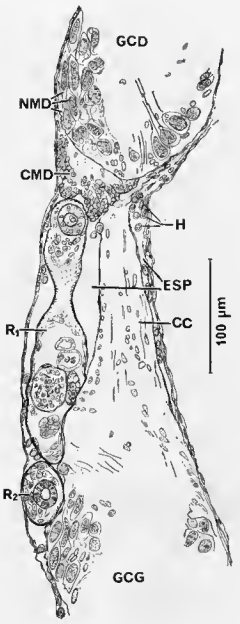

FIG. 72. — Situation des jeunes rédies-mères de *Ribeiroia guadeloupensis* au voisinage des corps médio-dorsaux de *Biomphalaria glabrata*. Section longitudinale suivant un plan dorso-ventral de la commissure cérébrale (CC) d'un Mollusque hébergeant un sporocyste primaire, 12 jours après l'infestation. Le plan de coupe est légèrement oblique et ne montre que le corps médio-dorsal droit (CMD). ESP, espace sanguin périneural ; GDC et GCG, ganglions cérébroïdes droit et gauche ; H, hémocytes ; NMD, neurones médio-dorsaux ; R_1 et R_2, jeunes rédies-mères.

Source : MNHN, Paris

quatre à la fois. Très actives sur le vivant, ce qui permet de les repérer facilement à travers l'enveloppe épineurale, elles exercent une action mécanique certaine sur les corps médio-dorsaux qui apparaissent comprimés et déformés sur les coupes bistologique. Il arrive que les rédies soient engagées entre les cellules des corps médio-dorsaux sans cependant qu'elles paraissent s'en nourrir. Les cellules nerveuses médio-dorsales sous-jacentes et les fibres de la commissure cérébrale subissent également l'action mécanique des rédies. Parfois même, il semble que les larves soient en contact direct avec la substance nerveuse. L'observation de rédies partiellement engagées par la région antérieure sous l'enveloppe épineurale et faisant saillie dans le sinus céphalopédieux est fréquente. Ce fait suggère une pénétration active directe, à partir du sinus céphalopédieux. Sachant que les corps médio-dorsaux interviennent dans les mécanismes endocrines de la reproduction (d'après, notamment, les travaux de Joosse, 1964, sur *Limnaea stagnalis*) et, également, que les seuls organes envahis au moment où s'arrête la ponte de *B. glabrata* sont précisément ces corps médio-dorsaux, il est peu probable qu'il y ait là une simple coïncidence. Il nous paraît donc vraisemblable que l'arrêt de la ponte puisse résulter de perturbations causées par les rédies dans l'activité des corps médio-dorsaux eux-mêmes ou le fonctionnement des cellules neurosécrétrices voisines. Aux effets purement mécaniques pourraient s'ajouter des effets de nature chimique dus à l'émission de toxines ou d'enzymes par les jeunes rédies.

CAS D'Apatemon graciliformis

Des études que nous avons faites (Combes et Nassi 1977), il ressort que les furcocercaires d'*A. graciliformis*, émises par *B. glabrata* pénètrent chez le Guppy (*Poecilia reticulata*), poisson ovovivipare. De manière préférentielle, les larves du Trématode infestent les femelles en pénétrant par un point quelconque de la surface du corps puis, en quelques heures, gagnent la région de l'ovaire. Si les larves pénètrent chez des « Guppy » mâles, elles dégénèrent. Quand les embryons du poisson se développent à l'intérieur du corps de leur mère, les larves du Trématode envahissent leurs vésicules vitellines sans s'enkyster. Au cours de cette première phase, les métacercaires se nourrissent activement et, si elles ne sont pas trop nombreuses (pas plus de 2 ou 3), elles ne perturbent pas la croissance des embryons. C'est seulement peu de temps avant la parturition que les métacercaires s'enkystent (figure 73).

Fig. 73. — Jeune Guppy (en haut) et embryon extrait de l'ovaire (en bas) hébergeant des métacercaires de *Apatemon graciliformis* (infestation expérimentale).

Les jeunes « Guppy » naissent donc déjà porteurs de métacercaires qui les alourdissent et les obligent à nager près du fond, surtout s'ils sont infestés par 2 ou 3 larves. Dans la nature, ils restent donc à la surface de la couche de vase des mares, ce qui assure leur capture et leur ingestion accidentelle ou volontaire par l'hôte définitif qui est sans doute un Oiseau Anatidé.

Source : MNHN, Paris

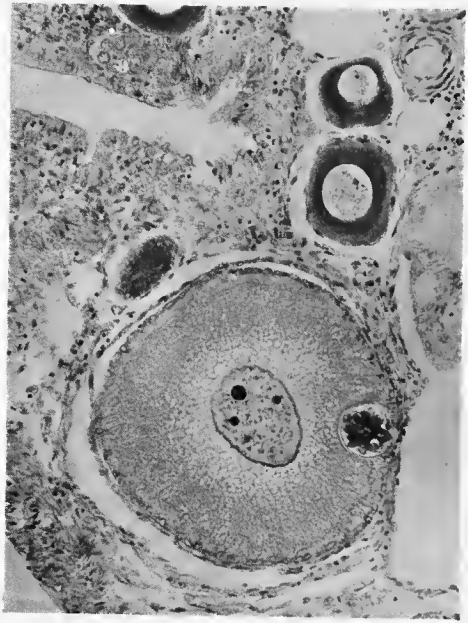

Fig. 74. — Ovocyte de Guppy montrant une métacercaire de *Apatemon gracilisformis* sous la forme d'un parasite endocellulaire.

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

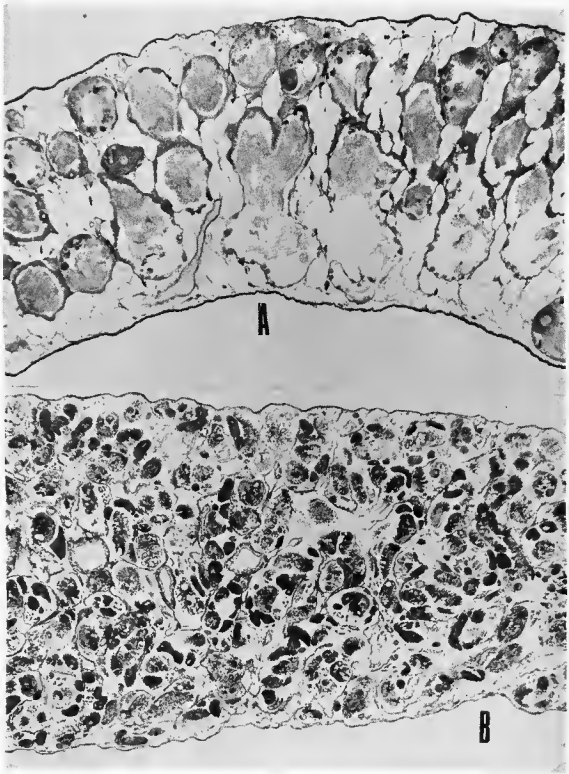

FIG. 75. — Coupe d'ovotestis de *Bioumphalaria glabrata* sain (en haut) et parasité par les rédies d'*Echinostoma euzeti* (en bas).

MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Quand le « Guppy » femelle ne porte pas d'embryons, les métacercaires gagnent tout de même l'ovaire et pénètrent alors dans les ovocytes, de sorte qu'elles deviennent des parasites intracellulaires (figure 74). Nous n'avons pu déterminer si, dans ce cas, elles sont ou non capables de poursuivre leur développement et si l'ovule ainsi envahi peut encore être fécondé et permettre le développement d'un embryon viable.

La phase de dispersion métacercarienne réalisée dans le cycle d'*A. graciliformis* et la possibilité d'un stade parasite intracellulaire sont, pour l'instant du moins, des phénomènes uniques dans la biologie des Trématodes.

III. — TESTS DE STÉRILISATION

Dans tous les cycles cités, le parasite exerce un effet pathogène sur le Mollusque qui se traduit par une altération de la fonction de reproduction. Les coupes sériées pratiquées au niveau de l'ovotestis montrent, de façon spectaculaire, l'envahissement du tortillon. La figure 75 permet de comparer la structure du tortillon d'un *B. globrata* sain et celle de cet organe parasité par *Echinostoma euzeti*.

Pour connaître l'effet stérilisant sur le plan quantitatif, nous avons comparé, pendant plusieurs semaines, des lots de Mollusques infestés par différents Trématodes avec des lots-témoins de Mollusques sains.

Dans les lots-témoins (à 27°C), la productivité pour 10 mollusques, en un mois, a varié de 100 à 110 pontes avec un total de 5 000 à 5 700 œufs (Combes, 1976).

Dans les lots infestés (également maintenus à 27°C), les résultats ont été les suivants :

Stérilisation totale et définitive dans les cas de

Ribeiroia guadeloupensis
Petasiger carribensis
Echinostoma euzeti
Clinostomum golvani
Tylodelphis sp.

Stérilisation partielle ou temporaire dans le cas d'

Apatemon graciliformis

Résultats incertains ou insuffisants dans les autres cas.

Pour les Trématodes exerçant un effet stérilisant total, le mécanisme n'est certainement pas identique, dans la mesure où les Mollusques parasités par *Tylodelphis* et par *Clinostomum* déposent des pontes stériles, ce qui n'est jamais le cas pour les Mollusques parasités par *Ribeiroia guadeloupensis*.

Le choix de *Ribeiroia guadeloupensis* pour la suite de ce travail a tenu compte de l'ensemble des éléments qui précèdent, qu'il s'agisse du mode de transmission au laboratoire ou de la perfection de l'effet pathogène stérilisant.

IV. — MAINTENANCE DE PRODUCTION EN MASSE D'ŒUFS DE *Ribeiroia guadeloupensis*

Cette partie du travail a eu pour but de passer de l'étape purement expérimentale à une étape de routine permettant de disposer des œufs du Trématode en quantités suffisamment importantes pour envisager son utilisation dans un essai de contrôle biologique en vraie grandeur.

Source : MNHN, Paris

A. — Production des cercaires

Les œufs du parasite sont obtenus à partir des fèces du rat blanc de laboratoire (*Rattus norvegicus albinos*). Les crottes sont recueillies dans l'eau, homogénéisées, puis passées sur une série de tamis à vide de maille décroissant (250 à 80 µm). Les résidus fécaux enrichis en œufs sont maintenus à l'obscurité à la température de 28ºC. Dans le courant de la deuxième semaine d'incubation, les résidus fécaux sont transvasés dans un ballon à col long. A la base du col s'implante une tubulure latérale munie d'un robinet : c'est le ballon que l'on utilise classiquement pour obtenir les éclosions des œufs de Trématodes. L'eau contenant la pâte fécale affleure l'extrémité supérieure du col du ballon. Les éclosions sont stimulées par l'éclairement de la totalité du ballon. Puis, dans un deuxième temps, on dispose un cache sur le ballon et sur le col qui ne laisse éclairée que la tubulure latérale. Les miracidiums s'y concentrent alors et sont chassés par la pression de l'eau à l'ouverture du robinet. Cette opération est renouvelée plusieurs fois par jour pendant plusieurs jours de suite car, pour des raisons encore mal élucidées, l'éclosion des œufs est assez fortement étalée dans le temps.

Les miracidiums ainsi obtenus sont utilisés pour l'infestation des Mollusques. Ceux-ci doivent avoir, de préférence, entre 5 et 7 mm. de diamètre et recevoir 3 miracidiums chacun. La meilleure température pour les conserver paraît être voisine de 23ºC. Dans ces conditions, leur survie atteint couramment 7 mois. Avec le protocole précédent, les œufs produits en 24 heures par 10 rats permettent, après une incubation d'environ 12 jours, d'infester un nombre considérable de Mollusques.

L'exposition à 3 miracidiums a été choisie car elle permet d'obtenir un taux d'infestation maximum associé à un pourcentage de mortalité acceptable. Pour 100 Mollusques on aboutit, en moyenne, à la fin de la période prépatente (4 semaines) à 75 Mollusques infestés, les autres étant soit morts (surinfestation), soit négatifs. Un tel stock de Mollusques infestés est suffisant pour plusieurs mois pour entretenir le cycle au laboratoire. En effet, à 23ºC, non seulement la survie des Mollusques est longue, mais encore la productivité en cercaires est élevée : 10 *B. glabrata* produisent entre 3 000 et 4 000 cercaires de *R. guadeloupensis* par 24 heures.

Le choix du deuxième hôte intermédiaire s'est porté sur le Poisson *Tilapia mossambica* dont la reproduction en captivité est facilement obtenue : une femelle peut pondre plusieurs fois par an, chaque ponte donnant de 100 à 150 jeunes. En outre, ce Poisson supporte des infestations massives, ce qui permet de disposer de nombreuses métacercaires du même âge en une seule infestation. Les poissons sont mis en présence des Mollusques infestés dans un volume d'eau minimum pendant une nuit, pour tenir compte de l'émission nocturne des cercaires (Théron 1975). La production journalière de 10 Mollusques assure une infestation convenable de 6 à 10 *T. mossambica*.

Il convient de récupérer les métacercaires aussitôt qu'elles sont infestantes, c'est-à-dire au bout de 7 jours à 25ºC. Dans ces conditions, un poisson de 8 à 10 cm peut fournir jusqu'à 500 métacercaires, dont les 4/5 peuvent être aisément récupérés (téguments et ligne latérale), le 1/5 restant demande une dissection plus délicate (canaux céphaliques du système latéral).

B. — Production des œufs

L'infestation des rats par tubage stomacal est réalisée sous anesthérie légère à l'éther. La dose de métacercaires à administrer est de 60 par rat, ce qui permet d'obtenir, en moyenne, 50 douves adultes sans provoquer de troubles pathologiques décelables chez l'hôte.

La production journalière d'un stock de 10 Mollusques, qui assure l'infestation de 6 à 8 poissons, à raison de 500 métacercaires chacun dont 400 sont récupérées, permet d'infester, au minium, 40 rats.

La production d'œufs a été évaluée à partir d'un lot de 10 rats. Cette évaluation est réalisée par comptage direct sur des échantillons de 1 ml prélevés sur des résidus fécaux de 24 heures homogénéisés et dont le volume est amené à 200 ml. La production d'œufs augmente jusqu'au 15e jour qui suit l'infestation. Elle se stabilise alors à 30 000 œufs par jour, ce qui correspond à 60 œufs par douve adulte et

Source : MNHN, Paris

par jour, à la fin du troisième mois. La productivité en œufs peut être relancée par des réinfestations ménagées vers la 12e semaine.

Les rats sont conservés dans des cages en acier inoxydable à mangeoire extérieure et à plancher perforé. Ces perforations permettent de recueillir les fèces dans un fond amovible contenant de l'eau sur une hauteur de 2 cm.

Chaque jour, les fèces de 24 heures sont désagrégées par tamisage forcé sur une passoire métallique, puis homogénéisées par agitation, ce qui a pour effet de mettre les œufs en suspension. L'enrichissement en œufs est assuré par passage sur une série de tamis à vide de maille décroissant (250, 160 puis 100 µm), chaque tamisage étant réalisé sous un jet d'eau à forte pression.

L'utilisation des œufs peut se concevoir de deux façons différentes. La première consiste à incuber les œufs de telle sorte que les éclosions commencent peu après l'ensemencement, ce qui implique la conservation des œufs au laboratoire pendant un minimum de 10 jours. La seconde consiste à prévoir un ensemencement à intervalles de temps réguliers, par exemple il peut se faire tous les 3 jours avec, dans ce cas, des œufs ayant au maximum 72 heures. Cette seconde méthode réduit le temps de stockage au laboratoire.

C. — Appréciation générale sur la maintenance de *R. guadeloupensis*

Sans dissimuler que l'utilisation des Trématodes stérilisants pour une éventuelle lutte biologique reste contingente de manipulations relativement longues, on peut conclure que *Ribeiroia guadeloupensis* associe à l'intérêt de stériliser parfaitement *B. glabrata*, celui de posséder un cycle biologique relativement facile à entretenir au laboratoire :

— l'élevage des différents hôtes ne pose aucun problème majeur, l'hôte définitif étant un animal de laboratoire classique et le deuxième hôte intermédiaire un poisson très prolifique, très facile à nourrir et acceptant sans aucune difficulté la vie en aquarium simplement aménagé ;

— il n'est pas nécessaire d'entretenir un stock important de Mollusques infestés, étant donné leur forte productivité en cercaires, la longue durée de leur survie et le rendement des infestations aux différents stades de la transmission ;

— le délai de maturation des métacercaires est bref ;

— la durée d'utilisation des rats parasités est de l'ordre de 12 semaines et il est possible de la prolonger par des réinfestations ménagées ;

— les résidus fécaux enrichis d'œufs occupent un volume réduit, ce qui facilite leur stockage au laboratoire pendant l'incubation.

L'ensemble du protocole de maintenance et de production en masse d'œufs de *R. guadeloupensis* a été utilisé dans l'essai de contrôle réalisé dans une mare de Guadeloupe et a donné entière satisfaction.

Source : MNHN, Paris

RECHERCHE DES HELMINTHES CHEZ LES ANIMAUX DOMESTIQUES ET SAUVAGES DE LA GUADELOUPE

PAR

Jacques EUZEBY * et Michel GRABER *

Les deux missions que nous avons faites en Gusdeloupe en Novembre-Décembre 1972 et en Octobre 1974 avaient pour but :

1. — de dresser un inventaire de la faune helminthologique des Mammifères domestiques et sauvages de ce département et d'établir leur rôle possible en tant que source éventuelle de *Schistosoma mansoni*. Nos résultats complètent ceux obtenus en 1966 par GRETILLAT. Au cours de cette enquête, nous avons été amenés à nous intéresser à certaines affections tropicales encore mal connues, c'est-à-dire à la mammomonogamose à *Mammomonogamus nasicola*, la paramphistomose à *Cotylophoron cotylophorum* et à une trichostrongylose gastrique due à *Mecistocirrus digitatus* ;

2. — d'étudier les parasitoses des oiseaux aquatiques et sauvages, de manière à mettre en évidence les Trématodes évoluant chez le même mollusque-vecteur que *Schistosoma mansoni* et capables :

— d'entrer en compétition avec les formes évolutives de ce Schistosome ;

— de castrer les mollusques hôtes intermédiaires.

De nombreux cestodes ont également été recueillis dans l'intestin des oiseaux autopsiés. Ils ont fait l'objet d'une étude exhaustive. Une grande partie de ces travaux a déjà été publiée et les titres figurent dans la bibliographie annexée à cette monographie.

MATÉRIEL ÉTUDIÉ

1. — Les Mammifères domestiques

Les animaux, objets des investigations, ont été essentiellement des Bovins et des Porcs, plus rarement des Chèvres. Nous avons surtout travaillé à Pointe-à-Pitre/Jarry parce que l'abattoir y est très actif et qu'il offre, par ses installations et l'autorité de son contrôleur, les meilleures conditions de travail.

Nous n'avons prospecté que deux fois à Capesterre, car l'abattoir est mal organisé et les possibilités d'enquête réduites.

Le Baillif/Basse-Terre et Le Moule nous ont permis une recherche relativement bonne (malgré l'attitude peu coopérative des femmes chargées de la manipulation des abats) mais très inférieure à celle faite à Jarry.

* École nationale vétérinaire, Marcy l'Étoile, 69260 Charbonnières-les-Bains.

Source : MNHN, Paris

Les animaux sacrifiés dans ces différents abattoirs provenaient des environs des villes considérées, sauf à Jarry où, dans leur majorité, ils étaient originaires de la Grande-Terre.

Dans la plupart des cas, il s'agissait d'animaux adultes.

Ont été ainsi examinés :

— 38 Bovins avec autopsies complètes et 180 laryngo-pharynx, rumens, foies, poumons et œsophages,

— 40 Porcs avec autopsies complètes, 190 foies et poumons et 380 reins.

En outre, lors de la seconde mission, 40 foies ont été soumis à la digestion par KOH à 5 %.

— 4 Chèvres.

II. — Les Mammifères sauvages

Nous avons eu de grandes difficultés à nous procurer des animaux sauvages. Cependant, après de multiples sondages, nous avons pu autopsier et examiner :

— 9 mangoustes (*Herpestes* sp.),

— 2 ratons laveurs (*Procyon* sp.) (probablement *P. minor*).

L'un d'entre eux a pu être entièrement examiné car il avait été acheté à un piégeur. Du second, nous n'avons eu que les viscères thoraciques et le tractus digestif fournis par un restaurateur.

III. — Les Oiseaux

Nous avons procédé à l'autopsie de :

— 30 canards domestiques (*Anas boschas*) provenant de plusieurs régions des deux îles principales de la Guadeloupe.

En Basse Terre, les Oiseaux étaient originaires de Prise d'Eau (Font Bambon), Lamentin, Goyave, Trois-Rivières, Sainte Rose, Gourbeyre et Pigeon.

En Grande Terre, nous nous sommes procuré les canards à la Sucrerie Blanchet, à Morne-à-l'eau (Gensolin, Sovia), dans les Grands Fonds de Sainte-Anne (Caraque) et à Vieux Bourg.

— 37 Oiseaux sauvages comprenant une majorité d'Oiseaux aquatiques provenant tous de la Grande Terre (région de Beauport et de l'Anse Bertrand), à l'exception de 2 Sarcelles tuées dans les Fonds de Sainte-Anne et à Baie Mahault, en Basse Terre, et de 2 Bécassines provenant de Baie Mabault.

Ont été identifiés :

Parmi les Ardéiformes : *Butorides virescens maculatus*, le Héron Kio (1 exemplaire) et *Ardeola ibis*, le Héron garde-bœufs (2 exemplaires).

Parmi les Anséiformes : *Anas discors*, la Sarcelle soucrourou (2 exemplaires).

Parmi les Charadriiformes (Scolopacidés et Charadriidés) *Tringa flaviceps*, le Chevalier à pieds jaunes (10 oiseaux), *Micropalama himantopus*, le Chevalier à pieds verts (12 exemplaires), *Gallinago gallinago delicata*, la Bécassine (4), *Pluvialis squatarola*, le Pluvier argenté (2), *Charadrius semipalmatus*, le Gravelot semipalmé (1 exemplaire).

Parmi les Passériformes : *Tyrannus domesticus vorax*, le Pipiri (1) et *Quiscalus lugubris*, le « merle » (3 exemplaires).

Source : MNHN, Paris

MÉTHODE

I. — Pour les Mammifères domestiques

— *dans les abattoirs*, nous avons examiné le plus grand nombre possible d'organes pouvant renfermer des parasites macroscopiques, que ces organes nous aient paru sains ou qu'ils aient été atteints de lésions pouvant être rapportées à une étiologie parasitaires, notamment :

— chez les Bovins et les Chèvres : l'appareil broncho-pulmonaire, le pharynx, le larynx, le foie, le rumen et le réseau, l'œsophage, le rectum, les cavités splanchniques ;

— chez les Porcs : l'appareil broncho-pulmonaire, le foie, les reins et les cavités splanchniques ;

— *dans les abattoirs et au laboratoire*, nous avons procédé au maximum d'investigations destinées à nous procurer des parasites sub-microscopiques ou microscopiques du tractus digestif, du foie, des vaisseaux mésentériques des Ruminants et des Porcs.

A. — *HELMINTHES gastro-intestinaux*, sur place et au laboratoire : lavage du tractus digestif et examen du liquide de lavage ; examen sous la loupe, dans l'eau, de fragments d'organes.

B. — *HELMINTHES du foie* : incisions dans le parenchyme et ouverture du système vasculaire, sans trop endommager l'organe. Prélèvement et examen des lésions suspectes. Digestion par la potasse de 2 gr. de foie de chaque animal au cours de la seconde mission.

C. — *SCHISTOSOMES intra vasculaires* éventuels dans le réseau mésentérique

— à l'abattoir, les vaisseaux sont vidés par pression dans un plateau rempli d'eau ;

— au laboratoire, examen sous la loupe binoculaire des fragments étalés de mésentère.

Dans le cas des porcs, la quasi-totalité des mésentères a été ainsi examinée. Chez les Bovins, nous n'avons pu examiner que des portions de mésentère soutenant la partie terminale du tractus digestif.

II. — Pour les Mammifères sauvages

Au laboratoire, tous les organes et tissus, y compris le conjonctif sous-cutané, ont été examinés lorsque nous avions le cadavre entier à notre disposition. Pour le raton laveur dont nous n'avons eu que les viscères, nous avons étudié les fragments de diaphragme qui adhéraient encore, à la recherche de larves de Trichine, ainsi que les vaisseaux mésentériques, le foie, pour rechercher des Schistosomes ou des *Capillaria*.

III. — Pour les Oiseaux

Ils ont été autopsiés en totalité et tous les organes ont été examinés selon les méthodes habituelles. De plus, les foies ont été soumis à la digestion par la potasse à 5 % (1 gr. de tissu pour 10 ml de liquide de digestion). Le produit de cette digestion de 24 heures à la température du laboratoire ou de 12 heures à l'étuve à 37°C, a été examiné pour rechercher d'éventuels œufs de Bilharzies.

La digestion pepsique a été abandonnée car elle est trop longue et n'apporte pas de résultats de meilleure qualité.

Les biles ont été examinées en vue de la recherche de Trématodes ou de leurs œufs.

Les autopsies de Canards ont été faites dès que les animaux étaient sacrifiés. Les autopsies des oiseaux sauvages ont été faites

— soit dans les mêmes conditions lorsque les animaux étaient chassés pour nous,

— soit après décongélation lorsque le gibier avait été tué à l'avance.

Source : MNHN, Paris

LES HELMINTHES DES MAMMIFÈRES SAUVAGES

Les résultats ont été décevants. Les seuls parasites que nous ayons pu mettre en évidence sont deux Ascaris femelles provenant d'une mangouste de Beauport et appartenant à l'espèce *Ascaris columnaris* Leidy 1856.

Chez les autres mangoustes et chez les ratons, nous n'avons découvert aucun parasite.

LES HELMINTHES DES MAMMIFÈRES DOMESTIQUES

A. — Les espèces rencontrées

a. — chez les Bovins

1. — *Trématodes Paramphistomidés* : *Cotylophoron cotylophorum* Fischoeder 1901, du rumen et du réseau, chez environ 15 % des animaux.

2. — *Cestodes Anoplocéphalidés* : *Moniezia benedeni* Moniez 1879, dans l'intestin, 2 cas.

3. — *Nématodes*

— *Métastrongylidés et Protostrongylidés*, très fréquents, environ 30 % des animaux.

— *Trichostrongylidés*

Haemonchus placei Place 1893, dans la caillette — 50 %,

Mecistocirrus digitatus von Linstow 1906, dans l'abomasum, 50 %,

Ostertagia ostertagi Stiles 1892, abomasum ; 2 fois,

Cooperia punctata von Linstow 1907 — intestin — une fois.

— *Strongylidés*

Oesophagostomum (Bosicola) radiatum Rudolphi 1803, iléon et colon, presque 100 % des animaux. La quasi-totalité des Bovins sont porteurs de lésions d'œsophagostomose. Outre leur type nodulaire classique, ces lésions se présentent parfois sous forme de suffusions hémorragiques s'étendant jusqu'au rectum et à la région péri-anale. Ces lésions pouvaient faire penser à des lésions bilharziennes, mais nous n'y avons jamais trouvé de Schistosomes. En revanche, elles sont habitées par des L4 de *O. radiatum* et, une fois, nous y avons trouvé *Chabertia ovina* Gmelin 1790.

— *Ancylostomidés*

Bunostomum phlebotomum Raillet 1900, intestin grêle, 5 %.

— *Syngamidés*

Mammomonogamus nasicola von Linstow 1899, larynx et faces latérales du pharynx, 30 % d'animaux porteurs.

— *Spiruridés*

Gongylonemo pulchrum Molin 1857, muqueuse œsophagienne, 10 des animaux.

— *Sétariidés*

Setaria labiato-papillosa Alessandrini 1838, péritoine, 15 % d'infestations.

— *Trichuridés*

Trichuris sp., seulement des femelles immatures chez un seul animal.

b — *chez les Chèvres*

— *Haemonchus contortus* Rudolphi 1803, caillette, 3 fois sur 4 chèvres autopsiées.

— *Ostertagia circumcincta* Stadelmann 1894, Abomasum d'1 animal.

Source : MNHN, Paris

— *Trichostrongylus extenuatus* Raillet 1898, Abomasum d'1 chèvre.
— *Œsophagostomum (Proteractum) columbianum* Curtice 1890, iléon et gros intestin, 1 cas.
— *Bunostomum trigonocephalum* Rudolphi 1808, intestin grêle, 1 cas.

c — *chez les Porcs*

— *Métastrongylidés*
Metastrongylus salmi Gedoelst 1923, voies aériennes, 60 %.
— *Strongylidés*
Œsophagostomum dentatum Rudolphi 1803, gros intestin, 80 % avec lésions nodulaires typiques.
— *Ancylostomidés*
Globocephalus urosubulotus Alessandrini 1909, intestin grêle, 3 % des animaux.
— *Syngamidés*
Stephanurus dentatus Diesing 1839, plus de 80 % des porcs *adultes*, dans le tissu adipeux péri-rénal, la parenchyme rénal, le bassinet et les uretères.
immatures, dans le parenchyme et les vaisseaux hépatiques. Ici, les lésions d'artériolite et de cirrhose sont considérables alors qu'il y a peu ou pas de lésions rénales ou péri-rénales.
— *Spiruridés*
Arduenna strongylina Rudolphi 1819, estomac, 15 %.
Physocephalus sexalatus Molin 1860, estomac, 5 % des cas.

B. — Observations

— Aucun des mammifères examinés n'était porteur de *Schistosome*.

— Mis à part *M. nasicola*, *O. radiatum*, *O. dentatum* et *S. dentatus*, les Helminthes rencontrés sont peu abondants et ceci contraste avec ce que l'on a l'habitude de voir dans les pays chauds et humides de la ceinture tropicale. Peut-être la cause de cette rareté est-elle le mode d'élevage traditionnel, peu favorable à la dissémination des parasites. Les grands élevages (type Gardel) ne représentent que 3 % des 70 000 têtes de bétail recensées en Guadeloupe. Les animaux sont le plus souvent attachés un par un à des piquets de bois que les propriétaires déplacent régulièrement. Les animaux pâturent ainsi en bordure des champs de canne ou dans les broussailles.

Les ascaridioses bovines et porcines ne sont pas inconnues mais elles semblent peu répandues et nous n'en avons pas rencontrées (il est vrai que nous n'avons examiné que des animaux adultes qui n'hébergent pas de *Toxocara vitulorum*, ce ver infestant les veaux de moins de 4 mois). Il en est de même pour les *Trichuris* et les *Strongyloides*.

— Notre enquête complète celle de Gretillat (1966). Treize nouveaux parasites sont ainsi signalés en Guadeloupe, à savoir *Moniezia benedeni*, *Bunostomum phlebotomum*, *B. trigonocephalum*, *Globocephalus urosubulatus*, *Cooperia punctata*, *Ostertagia ostertagi*, *O. circumcincta*, *Haemonchus placei*, *H. contortus*, *Trichostrongylus extenuatus*, *Mecistocirrus digitatus*, *Arduenna strongylina* et *Physocephalus sexalatus*.

Il faut noter l'absence, en Guadeloupe, de *Fasciola hepatica* que l'on rencontre pourtant dans d'autres îles des Antilles alors que son vecteur, *Limnea cubensis*, est présent en Grande Terre. Ceci impose la surveillance des introductions de bétail.

— Trois Helminthes doivent être particulièrement signalés : *Cotylophoron cotylophorum*, *Mecistocirrus digitatus* et *Mammamonogamus nasicola*. Ils ont été introduits aux Antilles soit par des animaux provenant d'Afrique, soit par des zébus asiatiques.

Source : MNHN, Paris

LES HELMINTHES DES OISEAUX

I. — Trématodes

A. — *Les espèces rencontrées*

a. — *chez les Canards domestiques* : sur les 30 animaux autopsiés seuls étaient parasités les 3 canards provenant des Grands Fonds de Sainte Anne (Caraque).

— *Echinostomatidés* : *Echinostoma revolutum* Froelich 1802 dans l'intestin grêle de 2 animaux.
— *Prosthogonimidés* : *Prosthogonimus ovatus* Rudolphi 1803 une seule fois, dans la bourse de Fabricius.

b. — *chez les Oiseaux sauvages.*

Ces Trématodes ont été identifiés par Henri Nassi, du laboratoire de Biologie animale de la Faculté des Sciences de Perpignan.

— chez *Butorides virescens maculatus*

un *Clinostomum* (Clinostomidé) immature dans l'œsophage, de nombreux *Prosthodiplostomum nanum* Dubois 1937 (Diplostomidés) dans l'intestin grêle,
2 *Episthemium oscari* Travassos 1922 (Echinostomatidé) dans la bourse de Fabricius,
un *Microparyphium* sp. (Echinostomatidé) dans la bourse de Fabricius,
un *Prosthogonimus* sp. (Prosthogonimidé) dans la bourse de Fabricius,

— chez *Anas discors*

une métacercaire de *Prosthogonimus ovatus* R. 1803 dans la bourse de Fabricius,
un œuf de *Trichobilharzia* sp. (Schistosomatidé) dans le foie,

— chez le Chevalier à pieds jaunes, *Tringa flaviceps*

Chez un seul des sujets, dans les sacs aériens, *Cyclocoelum (= Corpopyrum) brasilianum* Stossich 1902 et *Harrahium halli* Harrch 1922 (Cyclocoelidés),
Ornithobilharzia sp. (Schistosomatidé) dans un foie,

— chez le Chevalier à pieds verts (*Micropalama himantopus*)

Notocotylus urbanensis Cort 1914 (Notocotylidé), deux fois rencontré, dans l'intestin grêle,

— chez *Gallinago gallinago delicata*

Harrahium halli H. 1922 dans les sacs aériens de 2 individus.

Au total, nous avons trouvé, chez les Oiseaux aquatiques de la Guadeloupe, 12 espèces de Trématodes.

B. — Observations

Comme chez les Mammifères, nous sommes frappés de la pauvreté de la faune, en particulier pour ce qui concerne les Canards domestiques. Les Oiseaux sauvages sont un plus abondamment parasités, mais il s'agit le plus souvent de migrateurs et leur parasitisme peut être d' « importation ».

Source : MNHN, Paris

Parmi ces Trématodes, 3 sont cosmopolites (*P. ovatus*, *E. revolutum* et *C. brasilianum*), deux autres sont néotropicaux (*P. nanum* et *H. halli*). Pour ce dernier, *G. gallinago* et *Tringa flaviceps* sont des hôtes nouveaux.

II. — CESTODES

A. — ESPÈCES NOUVELLES

Parmi les Cestodes recueillis dans l'intestin des Oiseaux autopsiés en Octobre 1974, nous avons trouvé deux espèces nouvelles :

— *Hymenolepis (Hymenolepis) guadeloupensis* Graber et Euzeby 1976,
— *Trichocephaloidis beauporti* Graber et Euzeby 1976.

Le premier est un parasite du Canard domestique et a été trouvé chez deux oiseaux sur 30 autopsiés, provenant des Grands Fonds de Sainte Anne. Le second est un parasite des oiseaux d'eau et du « merle », *Quiscalus lugubris* et a été trouvé chez tous les spécimens examinés de *Tringa flaviceps*, 10 *Micropalama himantopus* sur 12, 1 *Gallinago gallinago delicata* sur 4,1 *Pluvialis squatarola* sur 2 et 1 « merle » sur 3.

B. — ESPÈCES DÉJÀ CONNUES

a. — *Dilepididés*

— *Kowalewskiella cingulifera* (Krabbe 1869) Spasskaya 1957, parasite cosmopolite des Charadriiformes, trouvé en Guadeloupe chez *Micropalama himantopus* (1 sur 12), *Tringa flaviceps* (2 sur 10) et *Pluvialis squatarola* (1 sur 2).

b. — *Hymenolepididés* : 8 espèces ont été trouvées en Guadeloupe.

— *Hymenolepis (H.) amphitricha* Rudolphi 1819 chez *M. himantopus* (1 sur 12) et *T. flaviceps* (4 sur 10),
— *Hymenolepis* (*H.*) *calumnacantha* Schmidt 1963 chez tous les *G. gallinago delicata* examinés,
— *Hymenolepis (H.) clandestina* (Krabbe 1869) Raillet 1899 chez 1 *G. gallinago delicata* sur 4 et chez un *P. squatarola* sur 2. C'est la première fois que ce parasite européen est signalé dans l'hémisphère américain,
— *Hymenolepis (H.) hughesi* Webster 1947 chez *Charadrius semipalmatus*,
— *Hymenolepis (H.) megalops* Nitzsch 1829 chez *Anas discors* (1 parasité sur 2 examinés),
— *Hymenolepis (H.) nitida* (Krabbe 1869) Deblock et Rosé 1962 chez *G. gallinago delicata* (1 sur 4),
— *Hymenolepis (Echinocotyle) tenuis* Clerc 1906 chez *M. himantopus* (1 sur 12) et *T. flaviceps* (3 sur 10),

c. — *Dioecocestidés*

— *Shipleya inermis* Fuhrmann 1908 chez *T. flaviceps*.

C. — OBSERVATIONS

Sur les 67 oiseaux autopsiés, seuls *Butorides virescens maculatus*, *Ardeola ibis* et *Tyrannus domesticus vorax* n'hébergeaient aucun cestode.

Source : MNHN, Paris

III. — NÉMATODES

A. — *Chez le Canard domestique* ont été trouvés *Capillaria contorta* Creplin 1839 (50 % des individus examinés) et *Heterakis gallinae* Gmelin 1790 (1 fois).

B. — *Chez le Chevalier à pieds jaunes* ont été trouvés *Echinuria* sp. (1 fois) et *Diplotriaena* sp. (1 fois).

IV. — ACANTHOCEPHALES

Deux exemplaires chez le « merle » (= *Quiscalus lugubris*).

LISTE DES HELMINTHES PARASITES DES ANIMAUX DE GUADELOUPE

Mammifères

1. — Bovins

Cotylophoron cotylophorum Fischoeder, 1901.
Moniezia expansa Rudolphi, 1810.
Moniezia benedeni Moniez, 1879.
Toxocara vitulorum Goeze, 1782.
Oesophagostomum (*Bosicola*) *radiatum* Rudolphi, 1803.
Bunostomum phlebotomum Railliet, 1900.
Chabertia ovina Gmelin, 1790.
Mammomonogamus nasicola Von Linstow, 1899.
Cooperia punctata Von Linstow, 1907.
Ostertagia ostertagi Stiles, 1892.
Haemonchus placei Place, 1893.
Mecistocirrus digitatus Von Linstow, 1906.
Dictyocaulus viviparus Bloch, 1782.
Setaria labiato-papillosa Alessandrini, 1838.
Gongylonemo pulchrum Molin, 1857.
Trichuris sp.

2. — Petits ruminants

Moniezia expansa Rudolphi, 1810.
Oesophagostomum (*Proteracrum*) *columbianum* Curtice, 1890.
Bunostomum trigonocephalum Rudolphi, 1808.
Mammomonogamus nasicola Von Linstow, 1899.
Ostertagia circumcincta Stadelmann, 1894.
Trichostrongylus extenuatus Raillet, 1898.
Haemonchus contortus Rudolphi, 1803.

Source : MNHN, Paris

3. — Équidés

Gastrodiscus aegyptiacus Cobbold, 1876.
Oxyuris equi Schrank, 1788.
Strongylus equinus Muller, 1780.
Trichonema calicatum Looss, 1900.
Trichonema sp.
Setaria equina Abildgaard, 1789.

4. — Porcins

Ascaris suum Goeze, 1782.
Elobocephalus urosubulotus Alessandrini, 1909.
Oesophagostomum dentatum Rudolphi, 1803.
Stephanurus dentatus Diesing, 1839.
Metastrongylus salmi Gedoelst, 1923.
Metastrongylus elongatus Dujardin, 1845.
Arduenna strongylina Rudolphi, 1819.
Physocephalus sexalotus Molin, 1860.
Macracanthorhynchus hirudinaceus Pallas, 1781.

5. — *Herpestes* sp.

Ascaris columnaris Leidy, 1856.

6. — *Rattus rattus* et *R. norvegicus*

Schistosoma mansoni Sambon, 1907.
Ribeiroia marini Basch et Sturrock, 1969.

Oiseaux

1. — Le Héron Kio, *Butorides virescens maculatus.*

Clinostomum sp.
Posthodiplostomum nanum Dubois, 1937.
Episthmium oscari Travassos, 1922.
Microparyphium sp.
Prosthogonimus sp.

2. — Le Canard domestique, *Anas boschas.*

Echinostoma revolutum Froelich, 1802.
Prosthogonimus ovatus Rudolphi, 1803.
Hymenolepis guadeloupensis Graber et Euzeby, 1976.
Heterakis gallinae Gmelin, 1790.
Capillaria contorta Creplin, 1839.

3. — La Sarcelle soucrourou, *Anas discors.*

Prosthogonimus ovatus Rudolphi, 1803.
Trichobilharzia sp.
Hymenolepis (*Hymenolepis*) *megalops* Nitzch, 1829.

Source : MNHN, Paris

4. — Le Chevalier à pieds jaunes, *Tringa flaviceps*.

Corpopyrum brasilianum Stossich, 1902.
Harrahium halli Harrch, 1922.
Ornithobilharzia sp.
Trichacephaloidis beauporti Graber et Euzeby, 1976.
Kowalewskiella cingulifera (Krabbe, 1869), Spasskaya 1957 n. comb.
Hymenolepis (*Hymenolepis*) *amphitricha* Rudolphi, 1819.
Hymenolepis (*Echinocotyle*) *tenuis* Clerc, 1906.
Shipleya inermis Fuhrmann, 1908.
Echinuria sp.
Diplotriena sp.

5. — Le Chevalier à pieds verts *Micropalama himantopus*.

Notocotylus urbanensis Cort, 1914.
Trichocephaloidis beauporti Graber et Euzeby, 1976.
Kowalewskiella cingulifera (Krabbe, 1869) Spasskaya, 1957 n. comb.
Hymenolepis (*Hymenolepis*) *amphitricha* Rudolphi, 1819.
Hymenolepis (*Echinocotyle*) *tenuis* Clerc, 1906.

6. — La Bécassine, *Gallinago gallinago delicata*.

Harrahium halli Harrch, 1922.
Trichocephaloidis beauporti Graber et Euzeby, 1976.
Hymenolepis (*Hymenolepis*) *calumnacantha* Schmidt, 1963.
Hymenolepis (*Hymenolepis*) *capellae* Baer, 1940.
Hymenolepis (*Hymenolepis*) *clandestina* (Krabbe, 1869) Railliet, 1899.
Hymenolepis (*Hymenolepis*) *nitida* (Krabbe, 1869) Deblock et Rosé, 1962 n. comb.

7. — Le Pluvier argenté, *Pluvialis squatarola*.

Trichocephaloidis beauporti Graber et Euzeby, 1976.
Kowalewskiella cingulifera (Krabbe, 1869) Spasskaya, 1957 n. comb.
Hymenolepis (*Hymenolepis*) *clandestina* (Krabbe, 1869) Railliet, 1899.

8. — Le Gravelot semi-palmé, *Charadrius semi palmatus*.

Hymenolepis (*Hymenolepis*) *hughesi* Webster, 1947.

9. — Le Quiscale, *Quiscalus lugubris*.

Trichocephaloidis beauporti Graber et Euzeby, 1976.
Acanthocéphales sp.

Source : MNHN, Paris

LE RAT EN MANGROVE

PAR

Pierre DELATTRE *

Les recherches entreprises sur la biologie du Rat en mangrove ont débuté dès 1976, dans le cadre de l'étude sur l'Écologie de la Schistosomose intestinale à *S. mansoni*. La découverte de l'infestation privilégiée du Rat dans les milieux comportant des eaux douces stagnantes constitue un phénomène encore mal élucidé. C'est la raison pour laquelle ce travail a été poursuivi pendant plusieurs années et nous a permis d'approfondir nos connaissances du cycle du parasite au sein de ces milieux.

Parallèlement, les données de base nécessaires à une compréhension plus large des processus de contamination nous ont été très utiles pour définir la nuisance que constituent les populations de Rats vivant en mangrove, tant en ce qui concerne leur rôle de vecteur ou de réservoir infectieux (Bilharziose, Leptospirose, etc...) que le risque éventuel de déprédation des cultures voisines (canne à sucre et maraîchage) ou de colonisation des sites urbanisés contigus à la mangrove.

MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ÉTUDE

Dans un site de mangrove lacustre enclavé à l'intérieur des terres cultivées et sans communication avec les façades maritimes de la mangrove, puis dans un autre site cette fois soumis à l'influence marine (fig. 76), nous avons disposé, en moyenne tous les deux mois, un système de piégeage en surface de 200 m sur 100 m. Ce système se composait de 6 lignes de 21 pièges (ratières de type « Manufrance ») à intervalles de 10 m sur les lignes et de 20 m entre les lignes.

Les animaux capturés sont identifiés, leur sexe et leur poids sont notés et ils sont marqués par amputation d'orteils. Dans les cas où cela s'avéra possible, nous avons noté leur stade reproductif, la présence et le développement des testicules chez les mâles, la lactation ou la gestation avancée chez les femelles.

Un piégeage en ligne de 50 pièges espacés de 10 m fut effectué dans ce même biotope à intervalle de 2 mois. Les animaux piégés furent autopsiés pour compléter nos informations sur la population étudiée. Dans les deux campagnes, la durée de piégeage fut de 4 jours.

Dans un troisième site, mangrove lacustre communiquant avec des faciès maritimes, un piégeage en ligne fut réalisé par comparaison avec les deux biotopes précédents.

* Laboratoire d'Écologie des petits Vertébrés, Institut national de la Recherche agronomique, 70350 Jouy-en-Josas.

Source : MNHN, Paris

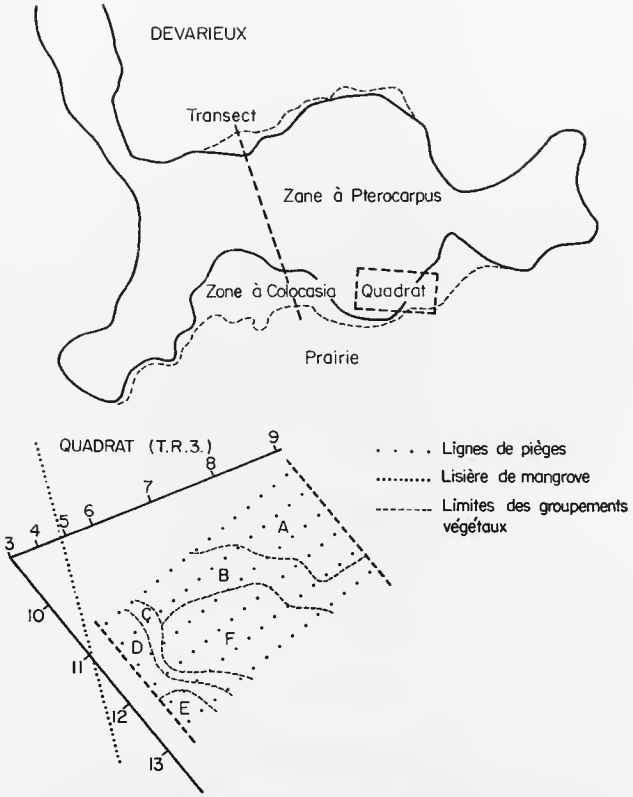

FIG. 76. — Description des sites de piégeage. Les groupements végétaux définis schématiquement dans le quadrat TR_3 sont :

A et B : la mangrove dulçaquicole de *Pterocarpus* ; en A, densité élevée de *Pterocarpus* et en B, densité faible et végétation herbacée importante.

C, D et E : la mangrove marine ; en C ; densité faible de *Laguncularia racemosa* et d'*Avicennia nitida*, en D ; densité élevée, en E ; *Rhizophora mangle*.

F : le marais à *Rhabdadenia biflora*.

Source : MNHN, Paris

BIOLOGIE DU RAT

Caractéristiques des déplacements

Les recaptures d'individus marqués (113 à Devarieux et 69 au Canal Perrin), à l'intérieur des quadrats de piégeage, nous renseignent sur les types de déplacement du Rat noir. Elles permettent de caractériser la zone individuelle de déplacement de cette espèce dans les milieux étudiés.

Dans les conditions normales, seuls sont observés les mouvements à faible distance dans les limites d'un domaine vital restreint. Les moyennes annuelles de distances de recaptures successives pour les individus des deux sexes sont de 18 m à Devarieux et de 27 m à Perrin. Les variations saisonnières de cette valeur sont faibles (maxima de 38,5 m et minimum de 13,3 m) et paraissent liées aux variations des densités de population observées parallèlement (Tableau 1). La surface des zones d'activité augmente lorsque les densités de population diminuent et inversement. Le pourcentage élevé d'animaux marqués recapturés (adultes et jeunes), d'une série de piégeages à l'autre, indique une relative sédentarisation de la population installée (les individus marqués constituent, en moyenne, 83 % des populations adultes échantillonnées). Le maintien sur place des jeunes individus dépend cependant de l'époque de leur naissance, la plus grande proportion des animaux qui s' « installent » est, en effet, issue de la cohorte de Juillet à Octobre. Par ailleurs, les individus marqués en Avril, au début de la période de reproduction, sont ceux qui présentent le taux de disparition le plus faible au cours de l'année. Les individus nés en Juin et Décembre, respectivement au début et à la fin de la période de reproduction, disparaissent très vite de la surface étudiée.

MOIS	Nombre de rats capturés	Surface piégée en m²	Nombre de rats par hectare	Nombre de nouvelles captures	Recaptures au cours de la semaine	Valeur des D.R.S. en M	Recaptures d'un piégeage à l'autre	Valeur des D.R.S. en M
SEPTEMBRE	57	19749	28,9	–	–	–	1	42
NOVEMBRE	42	28829	14,6	25	17	29,5	12	25,8
JANVIER	27	28829	9,4	14	13	24,7	11	29,4
MARS	10	28829	3,5	9	1	10	5	38,2
JUIN	20	28829	6,9	16	4	33	6	13,3

Le quadrat de piégeage est de dimensions trop réduites pour que soient perçus des mouvements à grande distance. Par des lignes de pièges de 400 m placées en travers de la mangrove à 200 m des quadrats, nous n'avons pu capturer aucun animal marqué, mais la probabilité d'enregistrer des mouvements de cette façon reste faible.

Dans les conditions particulières d'inondation de la mangrove lacustre lors de certaines saisons pluvieuses, la quasi-totalité de la population quitte l'intérieur de la mangrove pour se réfugier en lisière de la strate à *Colocasia*. Dans le cas du quadrat du site « Perrin », cette migration s'effectue au moins en partie vers les faciès de mangsove marine. La reconilonisation des lieux désertés s'effectue cependant dès le retrait des eaux dans les deux types de biotopes.

Source : MNHN, Paris

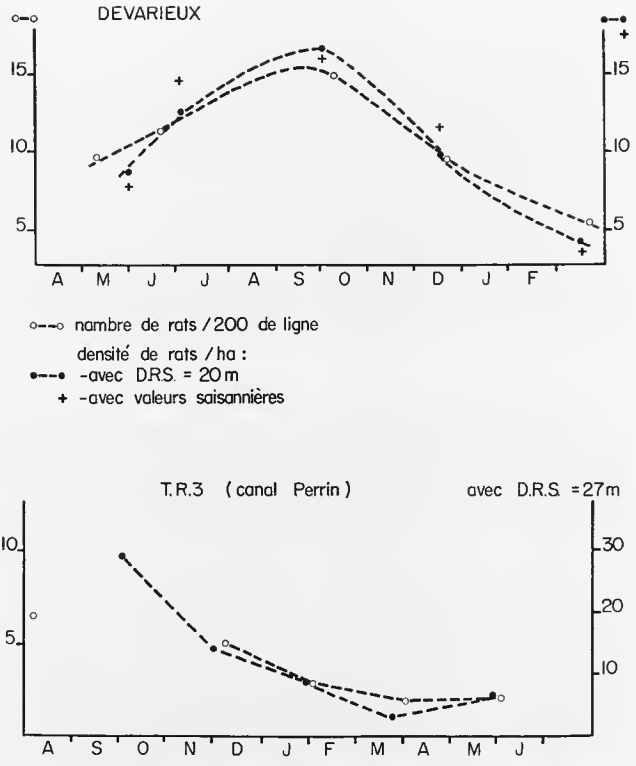

FIG. 77. — Comparaison entre les densités de population estimées à partir des résultats de piégeage en surface et le nombre de captures sur lignes.

Source : MNHN, Paris

Densités de populations

La réalisation de quadrats de piégeage, le calcul des moyennes entre recaptures successives et l'établissement de calendriers de captures, permettent de déterminer la surface effective des piégeages et d'estimer les densités de populations. Les variations entre résultats de lignes et de quadrats sont peu marquées et, sous certaines réserves (milieu homogène, inondations de faible amplitude), l'utilisation d'un coefficient de ligne peut être préconisé pour estimer les densités de population.

En mangrove lacustre, durant les deux années d'observation, les niveaux de densité ont oscillé entre 5 et 18 individus par hectare pour l'ensemble des deux strates distinguées. Cependant, dans l'une de ces strates (lisière à *Colocasia*), les densités sont un peu plus élevées et les maxima dépassent sensiblement ces valeurs (20 à 25 individus par hectare).

En mangrove marine, les oscillations de densité sont plus importantes (de 3,5 rats par hectare en Avril à 29 rats par hectare en Septembre).

Les variations saisonnières, liées au cycle annuel de reproduction, déterminent un minimum observable entre Février et Mars et un maximum entre Septembre et Novembre. En l'absence de modifications importantes du milieu, ces valeurs varient peu d'une année à l'autre, de même que l'amplitude entre minima et maxima. La stabilité relative des populations de rat noir dans ce type de milieu peut être expliquée par une faible disponibilité alimentaire qui joue probablement le rôle de facteur limitant, comme nous l'ont montré en plusieurs occasions les « réponses » à l'augmentation des ressources alimentaires, notamment dans le cas de défrichements de la mangrove pour établir des cultures vivrières.

Paramètres démographiques

L'étude du cycle de reproduction a déjà fait l'objet d'une publication. Nous ne ferons ici que rappeler succinctement que, dans la mangrove, le cycle annuel est très net et influencé par les rythmes saisonniers, particulièrement par l'alternance des saisons sèches et humides. Cette influence est d'autant plus nette que les saisons sont elles-mêmes plus marquées. Par exemple, au cours de l'hiver 1976, on note un arrêt quasi total de la reproduction pendant la période d'inondation hivernale du terrain. En 1977 et 1978, on n'observe pas d'arrêt de la reproduction pendant cette période hivernale mais c'est la période de sécheresse prolongée d'Avril à Juin qui, en 1977, détermine le minimum d'intensité de la reproduction.

En règle générale, la production des jeunes est la plus importante entre Juillet et Novembre.

Les taux de disparition affectant les différentes cohortes, discernables par le marquage des animaux, sont très variables. Le renouvellement des populations enregistré par le taux du parasitisme par *Schistosoma mansoni*, est particulièrement rapide de Juin à Septembre, au cours du maximum de reproduction. Ce sont les cohortes des animaux nés entre Juillet et Octobre qui offrent le taux d'infestation le plus élevé au cours des mois suivants.

La classe des immatures présente un taux de disparitions anormalement élevé à certaines époques. Ce phénomène peut être le reflet d'une compétition intraspécifique sévère. En Octobre, cette classe représente un pourcentage important de la population et contribue sans doute, pour l'essentiel, au renouvellement des populations qui s'observe à cette époque.

Le quadrat de piégeage de Devarieux étant établi dans un milieu homogène, les immigrations et les émigrations se compensent et on peut estimer que le bilan est équilibré. Le faible pourcentage d'adultes nouveaux (non marqués) à chaque piégeage indique une immigration (et, par voie de conséquence, une émigration) limitée.

Dans ces conditions, les variations des taux de disparition sont essentiellement liées à celles de la mortalité.

Source : MNHN, Paris

NUISANCE DES RATS

Parasitose

Les analyses parasitologiques ont été assurées par les laboratoires de Parasitologie de Perpignan (Cl. Combes) et de la Faculté de Médecine de Paris-St.-Antoine (Y. Golvan et G. Mougeot). Elles sont complétées, depuis 1978, par le dépistage des rats porteurs de leptospiroses (Institut Pasteur, Dr. Milan).

La parasitose des rats par *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe a été étudiée grâce à une technique de microprélèvements sanguins suivie d'une réaction d'immunofluorescence (Mougeot, Golvan et Delattre, 1978). Cette méthode permet de prélever le sang, de marquer les rats et de les relâcher. Elle renseigne sur la présence du parasite, le moment de l'infestation et les déplacements du rat par rapport à un point d'eau.

Les résultats des enquêtes effectuées par cette méthode et menées en trois biotopes différents ont conduit à émettre deux hypothèses explicatives des variations du parasitisme observées (Mougeot et coll. 1978).

Par recherche systématique des œufs de Schistosome dans le foie, l'intestin et les poumons des rats, une enquête complémentaire a montré que, en résumé :

1. — en milieu ouvert, la schistosomiose murine se maintient seulement au contact de la schistosomose humaine.
2. — en milieu stagnant frais, les rats sont fortement infestés (localement jusqu'à 100 %) même loin de l'habitat humain.

Ces conclusions rejoignent celles des résultats d'analyses réalisées dans le foyer de Schistosomose de la vallée de la rivière Beaugendre en Basse Terre et permettent de définir une stratégie d'intervention (Rioux et coll. 1977).

En mangrove lacustre (cas de Devarieux et du canal Belle Plaine), les taux de parasitisme sont liés aux périodes d'inondation des zones à *Pterocarpus* et varient de 10 à 100 % de la population murine. Près du canal Perrin, les taux de salinité élevés, y compris dans la zone à *Pterocarpus*, ne permettent pas la réalisation du cycle parasitaire.

Nous ne disposons que de peu de données concernant la Leptospirose. Plusieurs dizaines de rats en provenance de la mangrove ont cependant été fournis à l'Institut Pasteur d'après lequel la souche identifiée (*Leptospira icterohaemorragiae*) est des plus pathogènes pour l'homme. Cinq des 20 premiers rats confiés au Dr. Milan étaient porteurs de Leptospires.

Déprédations dans les cultures et colonisation des milieux urbanisés

Entre les deux espèces de Rats présentes en Guadeloupe (*Rattus rattus*, le Rat noir dont il a été uniquement question au cours de cette étude, et *R. norvegicus*, le surmulot), la compétition interspécifique est toujours vive mais les qualités arboricoles du Rat noir sont telles qu'elles lui permettent d'éliminer totalement l'autre espèce du milieu « mangrove » et d'en coloniser tous les faciès, à partir des zones à *Pterocarpus* (mangrove lacustre) jusqu'aux faciès de front de mer (îlots à *Rhizophora*). Seule la lisière à *Colocasia* sert d'éventuelle « zone refuge » au surmulot.

Inversement, la compétition interspécifique joue en faveur du surmulot dans les cultures herbacées, même contiguës à la mangrove, comme c'est fréquemment le cas pour les champs de canne à sucre.

Le risque de nuisance par migration des populations de Rat noir vers la canne à sucre est donc à exclure. Par contre, le risque de colonisation, par les deux espèces, des zones de cultures maraîchères ou horticoles installées en bordure immédiate de mangrove lacustre est évident et devrait s'accompagner

Source : MNHN, Paris

d'une augmentation locale des densités de population en raison de l'accroissement de la capacité trophique de ces milieux.

La création de décharges est le seul élément permettant au surmulot de s'installer en mangrove.

La colonisation, par les deux espèces, de milieux urbanisés contigus à la mangrove est également évidente. La prolifération des rats n'y dépend que des mesures prises par l'homme pour limiter leur accès aux résidus alimentaires.

Source : MNHN, Paris

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE LA PERMISSIVITÉ DU RAT *(RATTUS RATTUS)* À *SCHISTOSOMA MANSONI* EN GUADELOUPE

PAR

Joseph JOURDANE * et Danièle IMBERT-ESTABLET *

Les enquêtes épidémiologiques (COMBES et al., 1975 ; NASSI et al., 1975) réalisées dans les foyers bilharziens de Guadeloupe ont révélé que les Rats sauvages pouvaient y jouer le rôle d'authentiques réservoirs de Schistosomes. Le Rat sauvage apparaissait dès lors comme un hôte normal pour *Schistosoma mansoni*, observation qui est en contradiction avec les données fournies par le Rat blanc de laboratoire, considéré comme un hôte non permissif (SMITHERS et TERRY, 1965 ; CIOLI et col., 1977 ; KNOPF et col., 1977). Une étude expérimentale approfondie nous a permis de préciser les grands traits des relations du couple *R. rattus-S. mansoni* de Guadeloupe (JOURDANE, 1978 ; JOURDANE et ESTABLET, 1980). Les résultats obtenus peuvent être groupés selon cinq centres d'intérêt :

1. — DYNAMIQUE DE LA POPULATION DE SCHISTOSOMES

Chez le Rat noir, le taux de réussite de la contamination à la 4e semaine (Fig. 78) est deux fois plus important que chez le Rat blanc (28 à 37 % contre 8 à 13 %). Après la 4e semaine, le rejet des Vers (self cure phenomenon) n'intéresse chez le Rat noir que 45 % de la population présente à 4 semaines. Chez le Rat blanc, le pourcentage de Vers rejetés entre la 4e et la 8e semaine est voisin de 80 %. Une fraction importante de la population parasitaire installée chez *R. rattus* paraît ainsi protégée contre le mécanisme de self cure.

2. — TAILLE DES SCHISTOSOMES ADULTES

La taille moyenne des Schistosomes adultes est plus élevée chez le Rat noir que chez le Rat blanc (4,2 mm contre 3,62 mm). Au strict rapport de la croissance, le Rat sauvage semble offrir aux Schistosomes un environnement nettement plus favorable.

3. — MIGRATION DES SCHISTOSOMES ADULTES

L'étude de la localisation de la population parasitaire montre que la presque totalité des couples ne demeure pas dans les voies hépato-mésentériques ; dès la 6e semaine, on assiste à un transfert des Schistosomes du foie vers les poumons. Au stade 8 semaines, 85 % environ de la population est installée dans les poumons : dans le foie subsiste la fraction restante (soit 15 % en moyenne). Cette localisation pulmonaire est conservée pendant toute la parasitose (80 à 90 % des Schistosomes ont été recensés dans les poumons à 12, 16 et 20 semaines et à 8 mois).

* Centre universitaire de Perpignan, avenue de Villeneuve, 66025 Perpignan Cedex.

Source : MNHN, Paris

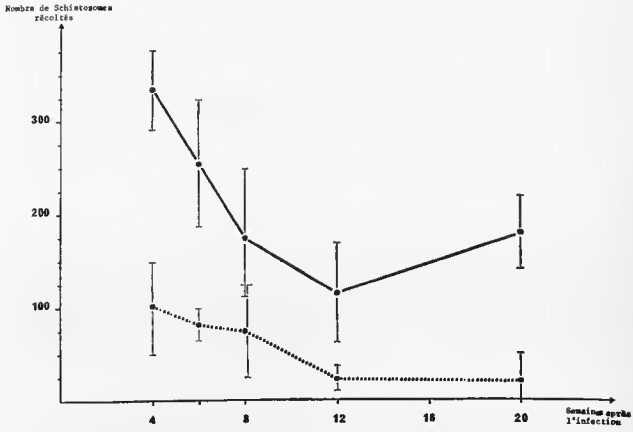

Fig. 78. — Comparaison de la courbe de survie de *S. mansoni* (souche guadeloupéenne) chez *R. rattus* (trait continu) et chez le rat blanc Wistar (pointillé). Les échelles verticales représentent les intervalles de confiance au coefficient de sécurité 95 %, calculés en tenant compte des ajustements imposés par la taille limite de nos échantillons.

4. — Fertilité des schistosomes chez le rat noir

Nous avons démontré que *R. rattus*, à l'opposé du Rat blanc, se comporte comme un hôte permissif chez lequel les Schistosomes se reproduisent normalement (4 500 œufs au total par lemelle de parasite ont été dénombrés en moyenne à 8 semaines dans les viscères chez le Rat noir). Les chiffres fournis par le Rat blanc à 8 semaines sont de l'ordre de 200 (Cioli et al., 1977).

A partir d'œufs d'origine hépatique, intestinale ou pulmonaire, nous avons obtenu sans aucune difficulté, à tous les stades de la parasitose, des miracidiums infestants. De manière tout à lait inattendue, nous nous sommes cependant heurtés, au 3e passage sur Rat, à l'impossibilité d'obtenir des miracidiums, alors que la densité en œufs des organes était par ailleurs normale. Le Rat sauvage ne semble pouvoir en conséquence assurer à lui seul le cycle de transmission de *S. mansoni* que pendant un nombre limité de passages successifs.

5. — Infectivité comparée des cercaires d'ascendance humaine et d'ascendance murine

Le fait que les Rats paraissent intervenir (même s'ils ne peuvent entretenir le cycle à eux seuls) dans le foyer guadeloupéen a laissé supposer que le passage, soit sur le Rat, soit sur l'Homme pourrait

Source : MNHN, Paris

influencer l'infectivité ultérieure vis-à-vis de ces hôtes : les cercaires issues d'une lignée de Schistosomes parasites de l'Homme seraient plus aptes à pénétrer et à se développer chez l'Homme que chez le Rat, et vice-versa pour les cercaires issues de Schistosomes murins.

L'expérience consistant à tester comparativement l'infectivité des souches chez l'Homme ne peut évidemment être réalisée.

L'expérience inverse a donc été réalisée (Combes et Imbert-Establet, 1980), c'est-à-dire le test comparatif de l'infectivité de souches murines et humaines sur des Rongeurs (Souris de laboratoire OF_1 et *Rattus rattus* de Guadeloupe).

La comparaison des résultats montre que, aussi bien dans le groupe d'expériences sur Souris que dans le groupe d'expériences sur Rats, il n'existe pas de différences suffisamment significatives pour que l'on puisse conclure à l'existence de souches différentes.

Que l'on utilise les cercaires d'ascendance murine ou d'ascendance humaine, les probabilités de maturation chez la Souris ou chez le Rat sont remarquablement voisines. Le fait qu'il n'existe pas de différences dans cette probabilité de maturation chez les Rongeurs suivant l'origine (murine ou humaine) des cercaires, ne paraît pas en accord avec les différences dans la réussite de la pénétration transcutanée étudiée par Benex et Bayssade-Dufour (1978) avec la méthode de Clegg et Smithers, c'est-à-dire en utilisant des fragments de peau isolés.

Nos résultats laissent penser que rien ne s'oppose à ce qu'existe en Guadeloupe une libre circulation de *S. mansoni* entre l'Homme et le Rat comme le supposent Golvan et Combes (1978) ; il y aurait donc là une situation sensiblement différente de celle que soupçonnent Bastos et col. (1978) au Brésil où existeraient deux cycles parallèles, l'un chez les Rongeurs sauvages, l'autre chez l'Homme.

La démonstration expérimentale des relations privilégiées du couple *S. mansoni* — *R. rattus* de Guadeloupe (taux de production d'adultes important, migration pulmonaire, fertilité des Vers) est de nature à expliquer les particularités épidémiologiques signalées dans l'étude du foyer guadeloupéen.

Source : MNHN, Paris

LES DENSITÉS CERCARIENNES

PAR

Claude COMBES et André THÉRON

L'émergence des cercaires hors du Mollusque hôte intermédiaire est, d'après l'ensemble des résultats connus chez les Trématodes, un phénomène chronobiologique (COMBES et THÉRON 1977). Il existe plusieurs rythmes possibles d'émission : circadien (un pic d'émission par 24 heures), ultradien (2 ou plusieurs pics par 24 heures) ou infradien (pics d'émission suivant une périodicité supérieure à 24 heures). Parmi les cercaires à rythmes d'émergence circadiens, qui paraissent les plus fréquemment rencontrées, on peut distinguer les cercaires de jour, les cercaires de nuit et les cercaires « intermédiaires ». Selon que l'émission est tout entière située soit dans la période claire (photophase), soit dans la période obscure (scotophase), ou qu'elle s'étale plus ou moins sur les deux périodes, on distingue les cercaires à l'alternance absolue et les cercaires à l'alternance relative.

L'émission des cercaires de *Schistosoma mansoni* se fait suivant un rythme circadien. Il s'agit d'*une cercaire de jour* d *alternance relative*. Plus précisément, on peut dire que l'émission débute vers le milieu de la matinée, que l'acrophase se situe vers 12/14 heures, puis que l'émission décroît rapidement, quelques cercaires pouvant toutefois être encore émises après la tombée de la nuit.

L'allure générale de ce rythme d'émergence a été étudiée expérimentalement par de nombreux auteurs. Elle a été confirmée pour la souche guadeloupéenne de *S. mansoni* (fig. 79). Les recherches sur l'émission dans les conditions naturelles ont été moins nombreuses. Les travaux réalisés sur ce problème, en Guadeloupe, ont porté sur trois aspects :

— mise au point d'un cercariomètre de terrain
— étude des densités cercariennes dans les sites de transmission
— applications à l'épidémiologie.

I. — MISE AU POINT D'UN CERCARIOMÈTRE DE TERRAIN

Les techniques de filtration de ROWAN (1957), modifiées par SANDT (1973), utilisent un filtre en fibres de verre avec aspiration sous vide. Cette méthode a été utilisée en Guadeloupe, notamment pour nos premières recherches menées par HOUIN et GOLVAN (1975). Cette méthode est fiable et précise. Cependant, dès que l'eau est chargée d'organismes planctoniques, de matières organiques ou de particules diverses en suspension, le colmatage rapide du filtre empêche à la fois sa lecture et le passage d'un volume d'eau suffisant. D'autre part, l'aspiration sous vide nécessite un appareillage assez complexe et un groupe électrogène, parfois difficiles à transporter sur le terrain.

Des améliorations ou des variantes ont été proposées (centrifugation continue, concentration des cercaires par un flux lumineux), mais elles entraînent toutes une baisse rédhibitoire du taux de récupération des cercaires sur le filtre.

Source : MNHN, Paris

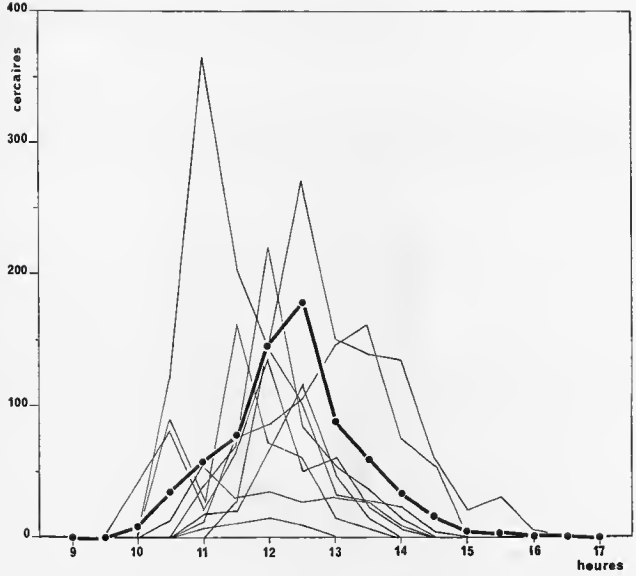

FIG. 79. — Rythmes d'émission de *B. glabrata* (Guadeloupe) infesté par *S. mansoni* (souche guadeloupéenne de Marigot) (expérience faite sur le terrain).

Les recherches effectuées en Guadeloupe, où les sites de transmission peuvent être courants (canaux) ou stagnants (mangroves palustres), nous ont amenés à mettre au point un nouvel appareil (fig. 80) caractérisé par un système de préfiltration, un tissu de filtration spécial et l'absence de source d'énergie encombrante (THÉRON 1979).

Le dispositif comprend :

— une colonne de préfiltration, constituée de 3 tamis superposés, de vides de mailles 1 000 µm, 500 µm et 200 µm, de haut en bas. Le choix de ces tailles a été déterminé pour arrêter les particules les plus grosses tout en laissant passer sans difficulté les cercaires de Schistosomes ;

— une pièce de raccordement en entonnoir, assurant la jonction étanche entre la colonne de préfiltration et le filtre ;

Source : MNHN, Paris

— le filtre de récupération des cercaires, constitué d'un tissu monofilament polyamide Nytrel-T I, d'une ouverture de maille de 40 µm, collé sur un joint circulaire de caoutchouc. L'ouverture de 40 µm retient les cercaires mais laisse passer les particules argileuses et une grande partie du phytoplancton.

L'utilisation comporte les étapes suivantes :

— la filtration se fait par simple déversement de l'eau dans l'entonnoir supérieur, sans aspiration sous vide. L'opération peut se faire sur le terrain mais on peut aussi former les prélèvements d'eau et les filtrer ultérieurement au laboratoire, sans perte de précision dans la mesure. Habituellement, on filtre des échantillons de 10 litres d'eau ;

— la lecture des filtres s'effectue sous la loupe binoculaire après coloration des cercaires par le lugol. Les filtres sont ensuite lavés, séchés et réutilisés.

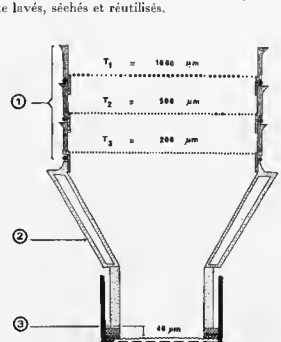

Fig. 80. — Schéma du cercariomètre.
1. — étage de préfiltration.
2. — pièce de raccordement.
3. — filtre Nytrel T I de récupération des cercaires.
4. — support du filtre.

Les tests effectués sur cet appareillage avec des eaux contenant un nombre connu de cercaires ont montré qu'il assure un taux de récupération proche de 100 % en eau claire et supérieur à 80 % en eau turbide.

Par sa simplicité, son encombrement très réduit, l'absence de source d'énergie autre que la simple pesanteur, il est adapté aux enquêtes de terrain et peut être mis entre toutes les mains de techniciens opérationnels après un entraînement de quelques heures. Dans les eaux guadeloupéennes, l'identification des cercaires de *S. mansoni* sur les filtres n'a jamais posé aucun problème, toutes les autres cercaires (notamment de Strigeidae, de Clinostomidae et de Schistosomatidae) pouvant être facilement

Source : MNHN, Paris

distinguées sous la loupe. Dans les pays où plusieurs cercaires peuvent être confondues (par exemple *Schistosoma mansoni, S. haematobium* et *S. bovis* en Afrique), il peut être nécessaire de faire une étude préalable des cercaires présentes dans les sites de transmission.

II. — ÉTUDE DES DENSITÉS CERCARIENNES DANS LES SITES DE TRANSMISSION

Théron et coll. (1977) ont proposé d'appeler « rythme de présence », l'évolution temporelle de la densité des cercaires dans les sites de transmission. Ce rythme est la résultante du rythme d'émission et de phénomènes de dilution ou d'accumulation imposés par les caractères hydrodynamiques du milieu.

Ce rythme de présence a été étudié en Guadeloupe dans les sites courants et les sites stagnants.

1. — Dans les sites courants

Le rythme de présence a été étudié d'une part avec la seule composante temporelle (rythme en un point donné d'un courant), d'autre part avec les composantes temporelle et spatiale (évolution du rythme le long d'un courant).

Le rythme en un point donné se caractérise différemment suivant la force du courant (Théron et coll 1977)

— en courant supérieur à 0,1 mètre par seconde (fig. 81), le rythme de présence se traduit par une courbe pratiquement semblable à celle du rythme d'émission. L'acrophase, quelle que soit la localité ou la saison, se situe invariablement 6 à 7 heures après le lever du soleil (soit entre 11 et 12 heures en temps local). Les premières cercaires sont présentes dans les eaux à 9 heures et les dernières à 17 heures. A titre d'exemple, dans le canal de Marigot (vallée de Beaugendre), les densités à l'acrophase sont de l'ordre de 50 à 70 cercaires par litre ;

— en courant inférieur à 0,1 mètre par seconde (fig. 82) apparaissent des phénomènes d'accumulation qui provoquent essentiellement un décalage de l'acrophase qui peut alors se situer à 14 ou 15 heures. On peut même observer des courbes plurimodales dues à l'arrivée, au point étudié, de vagues de cercaires émises en amont. Il est d'ailleurs probable que ce phénomène se produirait également en courant fort, si les sites de transmission avaient une longueur suffisante, mais il n'a pas été possible d'observer ce type d'accumulation en Guadeloupe.

Le rythme analysé avec ses composantes spatiales révèle l'interaction de deux processus antagonistes. D'une part l'accroissement de la population de cercaires, dû à l'émission par les Mollusques présents dans le milieu et qui peut se faire dans une zone quasi ponctuelle, ou, à l'opposé, échelonnée le long du canal ; d'autre part la réduction de la population cercarienne, due à la diminution du nuage cercarien par le flux d'eau provenant de l'amont et à des causes mineures comme la prédation par des organismes divers. Suivant que l'un ou l'autre de ces processus domine, la densité cercarienne augmente ou diminue (à une heure donnée) lorsque l'on se déplace le long d'un site courant.

Ces constatations font ressortir l'importance du débit de l'eau. Suivant ce débit, des populations de *B. glabrata* infestés très différentes sont *nécessaires pour maintenir* des densités cercariennes comparables (fig. 83).

Le fait que les sources d'émission ne soient généralement pas ponctuelles rend une solution précise de ce problème difficile à obtenir. Cependant, d'après les observations recueillies dans 3 localités (ravine Tarare, canal de Marigot et canal de la Retraite), nous estimons comme suit les effectifs des vecteurs nécessaires pour entretenir, en fonction du débit, des densités voisines de 25 à 30 cercaires par litre :

Source : MNHN, Paris

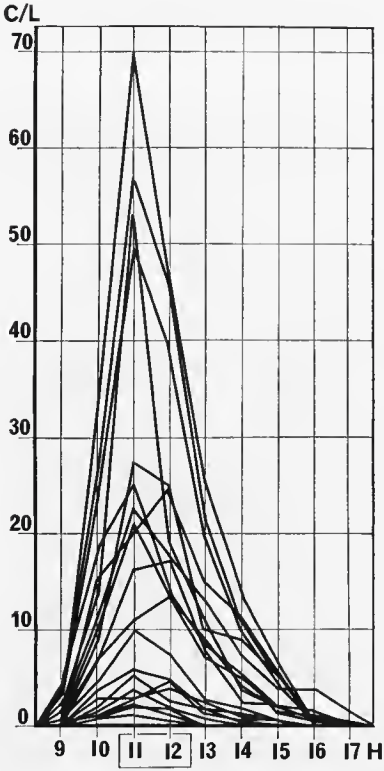

Fig. 81. — Rythme de présence des cercaires de *S. mansoni* dans un courant fort ou moyen d'après 20 cycles de filtrations journalières dans les canaux de Marigot et de la Retraite (C/L = Cercaires par litre d'eau).

Source : MNHN, Paris

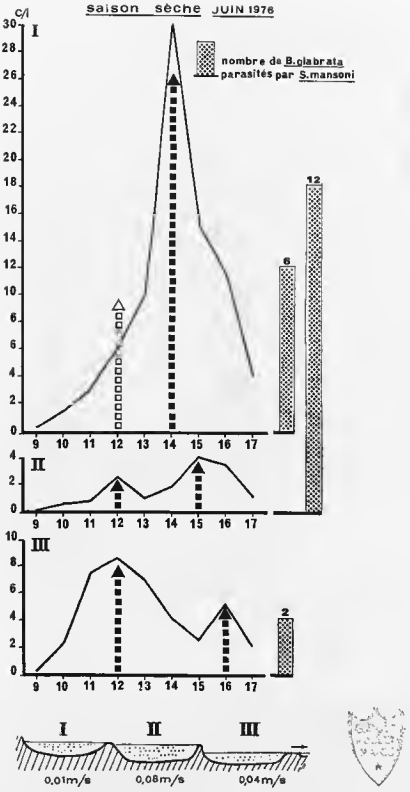

FIG. 82. — Rythme de présence des cercaires de *S. mansoni* dans un courant faible. Évolution des densités cercariennes (C/l) le long de la Ravine Tarare en saison sèche.

Source : MNHN, Paris

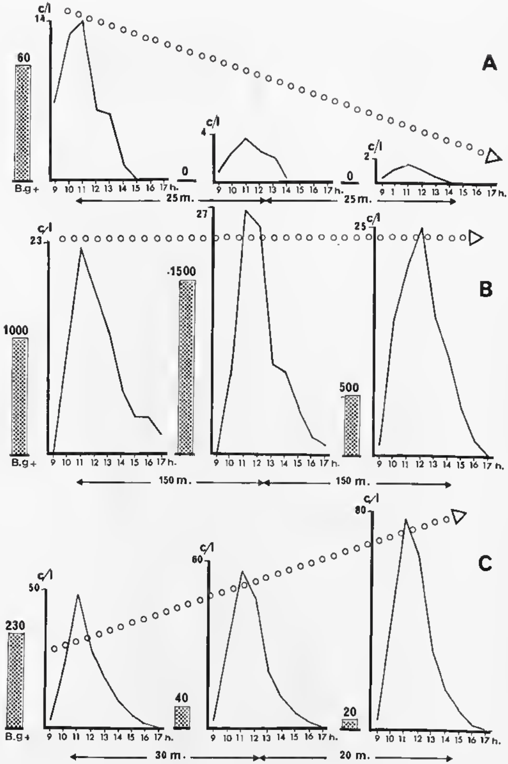

FIG. 83. — Évolution spatiale des densités cercariennes de *S. mansoni* le long d'un canal suivant la prépondérance de l'un ou l'autre des mécanismes de production ou de dilution des cercaires.

A : Prépondérance du mécanisme de dilution ; cas d'une source d'émission ponctuelle.
B : Équilibre des mécanismes de dilution et de production (canal de la Retraite).
C : Prépondérance du mécanisme de production (partie terminale du canal de Marigot).

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

localités	débit	*B. g.* positifs	densité de cercaires
Tarare	2 M³/h	6	30 c/l
Marigot	40 M³/h	140	25 c/l
la Retraite	640 M³/h	1.500	27,5 c/l

2. — Dans les sites stagnants

Bien que les sites courants, ou, du moins, les canaux créés de main d'homme, soient les sites de transmission les plus importants en Guadeloupe (Houin et coll. 1973 ; Golvan et coll. 1977), les recherches, aussi bien par cercariométrie que par échantillonnage des vecteurs potentiels, ont démontré que si les mares ensoleillées de la Grande Terre ne sont pas infestées, les eaux douces plus fraîches de certaines mangroves étaient des sites de transmission.

On a pu montrer (Pointier et Théron 1979) plusieurs différences dans le rythme de présence par rapport aux milieux courants (fig. 84) :

— densités cercariennes toujours extrêmement faibles, ne dépassant pas 0,8 cercaires par litre à l'acrophase,

— acrophase décalée d'environ 2 heures, c'est-à-dire vers 14 heures (heure locale),

— présence de cercaires actives après 19 heures, donc *la nuit*,

— rythme saisonnier important.

Toutes ces particularités ont pu être reliées aux conditions de la transmission dans les mangroves palustres.

— Les densités faibles sont en corrélation avec la faible prévalence de Mollusques infestés, ne dépassant pas une moyenne annuelle de 0,25 % (26 *B. glabrata* positifs sur 10 747 examinés !).

— Le décalage de l'acrophase est dû à l'accumulation sur place des cercaires, en l'absence de courant décelable, mais la prédation des cercaires par les « Guppy » (*Poecilia reticulata*) telle que l'a, le premier, observé Pointier, pourrait limiter cette accumulation.

— La présence tardive des cercaires peut-être due à la même cause, sans qu'il faille exclure, toutefois, une dynamique de l'émission propre à ce genre de milieu.

— Le rythme saisonnier est directement calqué sur le rythme hydrique des mangroves palustres (Pointier et Combes 1976) qui sont, en principe, totalement asséchées d'Avril à Août. Les populations de Mollusques se reconstituent à chaque saison des pluies à partir d'individus ayant survécu dans des milieux-refuges d'humidité suffisante.

III. — APPLICATIONS À L'ÉPIDÉMIOLOGIE

On peut conclure des recherches menées et des résultats obtenus en Guadeloupe que l'analyse des densités cercariennes dans les eaux, ou Cercariométrie, est un outil de premier plan dans une enquête épidémiologique moderne. Tout d'abord, la cercariométrie permet la détection rapide des sites de transmission : il suffit pour cela de multiplier les prélèvements en zone d'endémie, en prenant la précaution d'opérer aux alentours de la tranche horaire 11 à 13 heures locales et de vérifier parallèlement l'identification des cercaires s'il y a un doute sur ce point (ce qui n'a jamais été le cas dans le foyer de Guadeloupe). On peut ainsi disposer d'une carte faisant apparaître les points de baignade, de lavage du linge, etc... qui sont dangereux à fréquenter. Cette carte donne d'ailleurs des indications

Source : MNHN, Paris

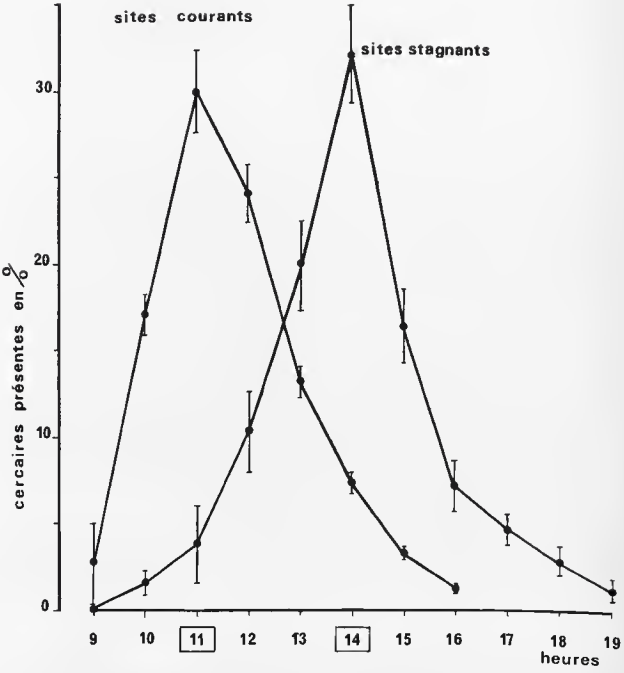

FIG. 84. — Mise en évidence du décalage de l'acrophase de présence des cercaires émises en milieu courant (11 heures) et des cercaires émises en milieu stagnant (14 heures). Les densités horaires sont exprimées en % de leur somme journalière.

Source : MNHN, Paris

quantitatives. Il nous est en effet apparu, en Guadeloupe, que, même si la densité cercarienne en un lieu donné n'est vraiment pas stable, ses variations dans le temps sont très souvent limitées et, en tout cas, jamais brutales. D'un jour à l'autre, les densités cercariennes sont comparables et peu dépendantes du temps météorologique, de sorte qu'une analyse est représentative non seulement du lieu mais encore d'une période assez longue. Si l'on multiplie la somme des densités journalières par le débit, on obtient le *transit journalier des cercaires* et celui-ci, en Guadeloupe, atteint parfois des niveaux impressionnants : 40 MILLIONS de cercaires par jour au canal de la Retraite, par exemple !

Inversement, les rivières au sens strict N'ONT JAMAIS FOURNI DE FILTRATIONS POSITIVES !

Ensuite, la cercariométrie peut apporter des renseignements précieux sur les sources de contamination fécale. Si l'on suit l'évolution de la densité cercarienne le long d'un canal, on peut constater, comme cela a été le cas à Marigot, des augmentations brutales. Celles-ci pourraient être dues à un accroissement des effectifs totaux de Planorbes, mais l'observation a montré l'importance d'un rejet fécal localisé et régulier. On peut ainsi détecter des maisons ou des familles « contaminantes » qui, par ce déversement fécal régulier, assurent, à elles seules ou presque, le contact du parasite avec son mollusque-vecteur. Les résultats obtenus à Marigot (THÉRON et coll. 1978) ont permis d'opposer à l'importance de ce *rejet fécal régulier*, le rôle limité joué par la « défécation sauvage » (c'est-à-dire accidentelle) et par les rats.

Enfin, il semble que la densité des cercaires puisse être un indicateur de choix pour tester l'efficacité des campagnes de contrôle. Le « suivi » des sites-tests permettrait ainsi d'apprécier les effets des campagnes de lutte sur la densité de la maladie à l'échelle des foyers naturels. Peut-être serait-il même possible d'envisager que, dans un premier temps, des zones pilotes d'endémies semblables soient l'objet de mesures de contrôle différentes (thérapeutiques, assainissement, lutte anti-vectorielle chimique, lutte anti-vectorielle biologique, ou combinaison de deux ou de plusieurs méthodes). L'impact sur le foyer étant analysé par cercariométrie, il serait possible, dans un second temps, d'étendre à l'ensemble du foyer la stratégie de lutte présentant le meilleur rapport coût/efficacité. En cas de succès, la surveillance ultérieure des points-tests, toujours par cercariométrie, assurerait la consolidation du résultat obtenu.

L'expression des densités cercariennes dans de telles enquêtes peut être envisagée de plusieurs manières, la plus simple étant d'exprimer la densité par litre, en précisant l'heure du prélèvement.

Cependant, nous avons (THÉRON 1980) défini une expression qui paraît à la fois plus maniable et plus chargée d'information. Elle peut s'appliquer, indépendamment de l'heure du prélèvement, à tous les sites courants.

Nous proposons de mesurer la composante parasitaire du risque de contamination par la DÉRIVE CERCARIENNE, c'est-à-dire la quantité de cercaires qui transite quotidiennement en un point du site de transmission. La dérive cercarienne (notée ici DC) exprimée en cercaires par jour (c/j) est égale au produit de la somme journalière des densités horaires de cercaires ($\Sigma\ Dh_n$), mesurée en cercaires par litre, par le débit du canal (D) exprimé en litres par heure, soit la relation

$$DC = \sum_{n=0}^{n=24} Dh_n \times D$$

La régularité de l'évolution circadienne des densités de cercaires permet d'estimer Σ Dh à partir d'un prélèvement unique. Il existe en effet une corrélation linéaire de la forme $y = ax + b$ entre d'une part les densités horaires (x) et, d'autre part leur somme journalière (y). Connaissant une seule densité horaire (Dh_j), on peut donc en déduire la somme journalière par la formule suivante :

Source : MNHN, Paris

$$\sum_{n=0}^{n=24} Dh_n = a\,j.\,Dhj + bj$$

aj et bj sont les paramètres de l'équation $y = ax + b$ calculés pour chaque tranche horaire (n). Pour les sites courants de Guadeloupe, ces paramètres sont les suivants :

n	9	10	11	12	13	14	15	16	17
a	8,5	5,9	3,3	3,5	6,5	9,2	15,6	20,2	23,0
b	4,2	4,0	1,5	5,8	5,2	12,0	19,2	33,5	45,5

La précision sur Σ Dh, et par suite sur DC, sera d'autant plus grande que la corrélation qui lie Σ Dh et Dhj sera forte. Le prélèvement devra être effectué de préférence entre 11 et 14 heures locales ($r > 0,95$) pour obtenir la meilleure estimation.

L'utilisation de la dérive cercarienne comme indice de contamination des sites présente trois avantages principaux :

— réduction à 1 du nombre de prélèvements nécessaires à la mesure de DC,
— indépendance de DC vis-à-vis de l'heure du prélèvement,
— intégration du débit, donc même signification épidémiologique de DC quel que soit le site ou la saison considérés.

L'expression du risque de contamination par la dérive cercarienne doit permettre, à l'échelle d'un foyer, d'établir une hiérarchie et éventuellement la variation saisonnière des sites de transmission et, à l'échelle d'une région, de comparer l'état à un moment donné et l'évolution des différents foyers.

Source : MNHN, Paris

ESSAI CONCLUANT DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE UNE POPULATION NATURELLE DE *BIOMPHALARIA GLABRATA* PAR LE TRÉMATODE *RIBEIROIA GUADELOUPENSIS*

PAR

Henri Nassi, Jean-Pierre Pointier et Yves J. Golvan

Les parasites, et notamment les Trématodes, jouent un rôle dans la limitation des populations de mollusques. Il est certain, ainsi que l'ont suggéré Harry et Aldrich (1958), que les parasites ayant une action stérilisante sur leur hôte ont une influence sur la dynamique de ses populations. Certains auteurs ont déjà démontré que *S. mansoni* réduit la ponte de son mollusque-hôte de façon très significative et qu'il a même une action stérilisante complète lorsque l'infestation est faite chez de très jeunes mollusques (Sturrock et Sturrock, 1970). Par ailleurs, d'autres Trématodes à action stérilisante ont fait l'objet d'études en vue de leur utilisation comme moyen de lutte biologique (voir la revue bibliographique de Ferguson, 1976). C'est ainsi, par exemple, que des déversements massifs d'œufs de Trématodes dans des mares expérimentales ou naturelles avaient pour but de déterminer si l'antagonisme entre deux espèces de Trématodes présents en même temps chez un mollusque-hôte pouvait constituer un moyen de contrôle de l'une ou de l'autre espèce de parasite dite « espèce-cible » (Heyneman et Umathevy 1967, Lie et coll. 1970 et 1971, Lie et Owyang 1973, Lie et coll. 1974 a et 1974 b).

Nous avons dit qu'au cours de notre enquête en Guadeloupe, nous avions découvert 9 espèces (Nassi 1975, Combes et Nassi 1977, Dubois et Nassi 1977) de Trématodes parasites de *B. glabrata*. Dans les conditions naturelles, ces Trématodes ont des prévalences d'infestation très variables et leur influence sur les populations naturelles du Planorbe est difficile à apprécier. Cependant, l'un d'entre eux, *Ribeiroia guadeloupensis* peut atteindre des taux élevés (92 % des mollusques parasités à certaines périodes au Grand Étang). Ce parasite ayant une action stérilisante particulièrement marquée (Golvan et coll. 1975), il est vraisemblable qu'il constitue un facteur de régulation naturelle non négligeable des populations de *B. glabrata*, au moins dans ce biotope.

Les différentes étapes du cycle de *Ribeiroia guadeloupensis* ont été bien étudiées. Ce Trématode a l'avantage de pouvoir être facilement élevé au laboratoire et une méthode de production d'œufs vivants en grand nombre à partir de l'infestation de rats blancs a été mise au point (Nassi 1978). C'est la raison pour laquelle, de 1976 à 1978, nous avons expérimenté, sur le terrain, la possibilité de contrôler une population naturelle de *B. glabrata* par l'utilisation systématique de ce parasite, à l'exclusion de toute autre intervention. Nous avons choisi, pour cela, la mare de Céligny, en Grande Terre. Cette mare a été choisie parce que les études préalables avaient montré la présence d'un cycle annuel de développement bien marqué des populations de *B. glabrata* (voir à ce sujet le chapitre concernant la dynamique des populations de cette mare et les figures 37 et 53). Ces données, recueillies en 1974 et 1975, ont servi de référence pour interpréter les résultats de notre essai de lutte biologique.

Cette mare présente un cycle hydrique annuel, lié à l'alternance saison sèche/saison humide. Elle s'assèche presque complètement en été (juillet/août) ; sa remise en eau s'amorce à la fin d'août/début septembre. Sa surface est maximale en novembre (environ 400 m²), la profondeur maximale,

Source : MNHN, Paris

mesurée au centre, étant alors d'1,20 m. L'évolution de la population de *B. glabrata* au cours du cycle annuel est marquée par une explosion démographique intervenant lors de la remise en eau et qui amène la population à son maximum de densité en octobre/novembre. Puis la population décline pendant toute la saison sèche, les survivants assurant le repeuplement de la mare à la saison des pluies suivante.

L'essai s'est déroulé de septembre 1976 à décembre 1977. On a déversé quotidiennement de 15 000 à 30 000 œufs de *Ribeiroia* dans la mare.

CARACTÉRISTIQUES DE LA MARE DE CÉLIGNY :

SITUATION au Nord des Grands Fonds.

SUPERFICIE MAXIMALE de 400 m².

PROFONDEUR MAXIMALE de 1,20 m.

FLORE : Graminées : *Hymenachne amplexicaulis*
Paspalum disticum
Characées et Naiadacées : *Chara* sp.
Naias guadeloupensis
Nymphéacées : *Nymphea ampla*

FAUNE ASSOCIÉE : Hirudinés : *Helobdella punctolineata*
Ostracodes : *Chlamydotheca unispinosa*
Cladocères
Insectes : *Belostoma boscii*
Hydrophilus insularis
Ranatra galantae
etc...
Batraciens : *Bufo marinus*
Oiseaux : *Butorides virescens*
Mammifères : *Rattus rattus*

FAUNE MALACOLOGIQUE : *Biomphalaria glabrata*
Biomphalaria schrammi
Drepanotrema lucidum
Drepanotrema kermatoides
Physa marmorata
Eupera viridans

Méthode d'échantillonnage.

L'évolution de la population de *B. glabrata* a été suivie par des échantillonnages effectués tous les 14 jours. Jusqu'en juin 1977, la population totale était évaluée à partir de prélèvements pratiqués à l'aide d'un cylindre de tôle de 1/10e de m², à raison de 10 prélèvements dans chacune des trois principales strates végétales de la mare. Le tri des animaux et leur détermination sont faits au laboratoire, puis ils sont replacés dans leur milieu. Cette méthode perturbe peu le milieu mais, par contre, elle a tendance à sous-estimer les effectifs. Cette sous-estimation a été mise en évidence grâce à l'étude faite parallèlement dans une mare voisine par la technique de marquage-recapture dont la précision est plus satisfaisante. Les résultats ont été les suivants : dans la mare de comparaison 20 échantillons de 1/10e de m² nous ont permis de calculer le nombre total de mollusques présents dans cette mare : $N = 12\,250 \pm 4\,230$. Par la suite, le marquage de 4 700 mollusques et la recapture de 4 800 individus, dont 1,218 marqués, nous ont donné le total de $N = \frac{4\,700 \times 4\,080}{1\,218} = 15\,743$ (les limites supérieures et inférieures de sécurité sont respectivement de 16 536 et de 15 023). Le nombre total de Mollusques réel se trouve donc compris dans l'intervalle de confiance du chiffre fourni par la méthode du cylindre.

Il faut remarquer que la méthode capture-marquage-recapture ne permet de récupérer que le 1/4 de la population. De plus, l'échantillonnage n'est valable que pour des sujets de taille supérieure à

Source : MNHN, Paris

4 ou 5 mm car il est impossible de récolter les nouveau-nés de taille inférieure à 1 mm et les juvéniles de 1 à 4 mm., difficilement repérables, voient leur nombre très sous-estimé (Dazo et coll. 1966). La croissance des mollusques a été estimée par la méthode des cohortes qui consiste à suivre l'évolution du mode principal des classes de taille au cours du temps. L'état hydrographique de la mare a été estimé par des mesures de sa surface.

Nos graphiques ne prennent en compte que les mollusques d'un diamètre égal ou supérieur à 4 mm.

A partir d'août 1977, lorsque la densité des mollusques est devenue très faible, nous avons été conduits à modifier notre méthode d'échantillonnage. Nous avons alors capturé en 1 heure, 3 jours de suite, le maximum d'individus possible. Il est certain que ces interventions répétées ont perturbé le milieu.

Production des Trématodes stérilisants.

Trois lots de rats blancs de 10 individus chacun sont infestés par *Ribeiroia guadeloupensis* et seront utilisés successivement pour notre expérience de lutte biologique ; le premier de septembre 1976 à février 1977, le second de février à juin 1977 et le troisième d'août à décembre 1977. Tous les œufs éliminés dans les crottes de ces animaux (nous estimons ce nombre entre 7 et 9 millions) seront déversés dans la mare de Céligny.

Jusqu'en juin 1977, nous estimerons la population des mollusques tous les 14 jours à partir des récoltes faites pendant une heure ; ensuite, à partir de la totalité des mollusques que nous aurons pu récolter. Les mollusques seront conservés 24 heures au laboratoire, ce qui nous permettra de les tester pour connaître leur taux d'infestation par le *Ribeiroia*. Bien entendu, nous ne pourrons apprécier ainsi que les infestations « mûres » permettant l'émission de cercaires.

Évolution des effectifs de Biomphalaria glabrata (figure 85).

Le déversement des œufs du parasite commence le 4 septembre 1976. La remise en eau de la mare est déjà amorcée et la nouvelle génération de *B. glabrata* apparaît dans nos prélèvements environ un mois plus tard. L'explosion démographique se produit, comme d'habitude, et la population atteint son maximum de densité en octobre. Mais dès le début du mois de novembre se manifeste l'effondrement de cette population et elle tombe à un niveau inférieur à celui de l'année précédente. On en déduit que le Trématode que nous avons introduit se comporte comme un agent pathogène capable de tuer une grande partie d'une population jeune de planorbes. Par la suite, la diminution de la population de mollusques se ralentit mais, toutefois, la mortalité reste importante. C'est ainsi que les données quantitatives recueillies en 1974 et de nombreuses observations ponctuelles effectuées tant dans cette mare que dans d'autres montrent que l'assèchement progressif de la collection d'eau s'accompagne d'une augmentation souvent considérable de la densité des planorbes. Or, en 1977, dans la mare de Céligny, la mortalité induite par l'introduction du parasite est telle que c'est le phénomène inverse que nous observons. A la mi-juin, une récolte exhaustive ne nous permet de capturer que 30 individus et aucun à la fin de ce même mois de juin.

Au milieu du mois d'août commence la remise en eau. Les prélèvements révèlent la présence d'une population réduite d'adultes (moins de 50 planorbes) dont les 2/3 environ sont porteurs de *Ribeiroia*. La nouvelle génération de *B. glabrata* apparaît sensiblement à la même époque que l'année précédente, mais son effectif maximum ne dépassera jamais 800 individus. Puis cette nouvelle génération décline rapidement jusqu'en décembre 1977. Des échantillonnages ponctuels effectués durant le premier trimestre 1978 montrent que la population ne compte plus que quelques dizaines d'individus.

Évolution de l'infestation du planorbe par R. guadeloupensis.

Les premières émissions de cercaires de *R. guadeloupensis* sont observées, chez les planorbes de la mare de Céligny, vers le 11 octobre 1976, soit 5 semaines après la première introduction des œufs du parasite dans la mare. Le taux d'émission est alors de 6,2 %. Au bout de six semaines, il atteint

Source : MNHN, Paris

40 %. La population vient de subir l'effondrement démographique que nous avons signalé plus haut et l'infestation affecte toutes les classes de taille au-dessus d'un diamètre de 4 mm. En juillet 1979, nous ne récoltons qu'un seul *B. glabrata* adulte au cours d'une exploration soigneuse. Nous n'avons pas testé cet unique exemplaire de peur de le tuer au cours des manipulations et du séjour au laboratoire. Il semble que la recolonisation de la mare de Céligny ne puisse se faire que lentement. L'étude de ce phénomène se poursuit encore actuellement.

Conclusion.

L'introduction des œufs de *Ribeiroia guadeloupensis* dans cette mare hébergeant une population naturelle de *Biomphalaria glabrata* abondante et bien installée s'est traduite par la disparition quasi totale du mollusque. Si l'on s'en tient à ce seul résultat, cette méthode de lutte biologique apparaît donc comme très positive.

En outre, bien que cet essai ait été réalisé dans un milieu de dimensions modestes et soumis à des fluctuations saisonnières, il nous semble que l'on peut en déduire un certain nombre d'enseignements. Ceux-ci pourront s'avérer utiles en vue du contrôle des mollusques vecteurs de Schistosomes par cette méthode de lutte biologique.

L'efficacité des déversements d'œufs de *Ribeiroia* a varié au cours de l'expérience et l'on peut penser que ceci est en relation avec les changements de structure de la population de mollusques visés. A l'automne 1976, c'est une population jeune qui subit le premier impact du parasite. Si le taux de 40 % d'émission de cercaires est aussi rapidement atteint, c'est, pour l'essentiel, un phénomène lié à la grande réceptivité des *B. glabrata* jeunes. Ensuite, le vieillissement de cette population va entraîner une baisse de la réceptivité et contribue donc à la stabilisation de la prévalence de novembre 1976 à mai 1977. D'ailleurs, cette résistance à l'infestation qui se développe chez les individus âgés a été étudiée expérimentalement. Nous avons toutefois constaté que l'infestation demeure possible si l'on augmente le nombre de contacts entre le mollusque et les miracidiums, c'est-à-dire, en pratique, en augmentant le nombre de miracidiums.

Toutefois, nous convenons que d'autres facteurs ont très bien pu concourir au maintien de cette stabilité de la prévalence. Il est, par exemple, probable que la mortalité plus importante des individus porteurs du Trématode a joué un rôle indirect en compensant l'apparition d'infestations nouvelles. On peut également remarquer qu'avec un taux d'infestation voisin de 50 %, la probabilité de rencontre en un miracidium et un mollusque sain est diminuée de moitié.

En revanche, du fait de la baisse progressive du niveau de l'eau de la mare au cours de la saison sèche et le fort déclin de la population de *B. glabrata*, la densité des miracidiums de *Ribeiroia* et le nombre de ces miracidiums disponibles pour infester un mollusque sain n'ont cessé d'augmenter. Ces deux paramètres ont, dans le courant du mois de mai, atteint des valeurs suffisantes pour que l'infestation d'individus âgés ayant jusque là échappé à la contamination puisse devenir possible. A l'automne 1977, avec le faible renouvellement démographique, le rapport entre le nombre de miracidiums et le nombre de mollusques a été bien plus favorable à l'infestation qu'en automne 1976. A lui seul, ce fait explique que la population jeune ait été parasitée à plus de 85 %.

Au total la population des mollusques s'est révélée particulièrement vulnérable à deux moments de son cycle démographique annuel. Tout d'abord à l'automne, lors de son renouvellement, ensuite, au printemps, lorsque l'assèchement de la mare, du fait de la diminution des pluies, est déjà très marqué. Nous sommes donc amenés à penser que si les déversements massifs d'œufs de *Ribeiroia* avaient été limités à ces deux périodes de grande vulnérabilité, nous aurions obtenu, avec moins d'efforts et moins de frais, des résultats sans doute équivalents.

Nous pouvons également tirer quelques enseignements concernant le rendement du déversement des œufs.

Lie et ses coll. ont signalé quelques facteurs susceptibles de faire baisser le rendement de ce type de lutte biologique : ensevelissement des œufs dans la vase, turbidité de l'eau qui réduit la capacité du miracidium à trouver son mollusque-hôte (Upatham 1972), baisse de la température qui réduit le

Source : MNHN, Paris

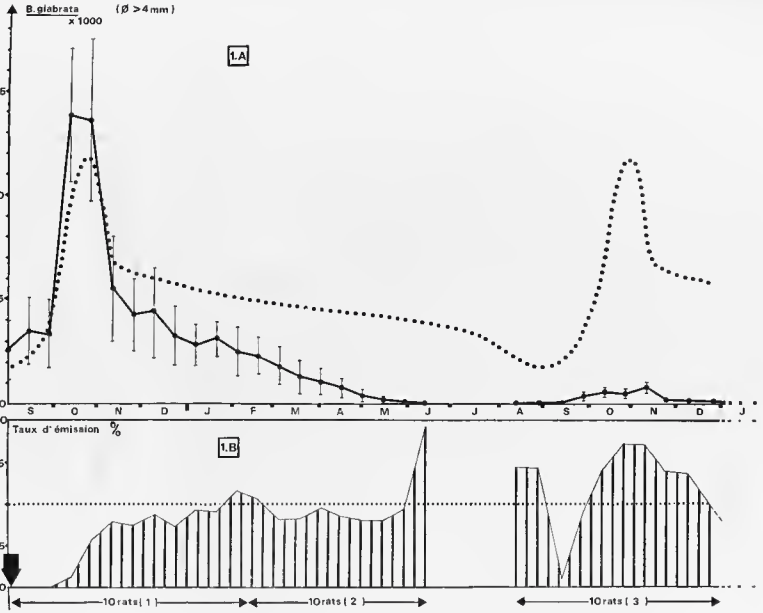

FIG. 85. — Évolution des effectifs de *B. glabrata* au cours de l'essai (trait plein) comparée à la courbe témoin établie en 1974-1975 (pointillés). En bas : évolution du taux d'émission pendant l'essai. La flèche indique le début des introductions d'œufs.

Source : MNHN, Paris

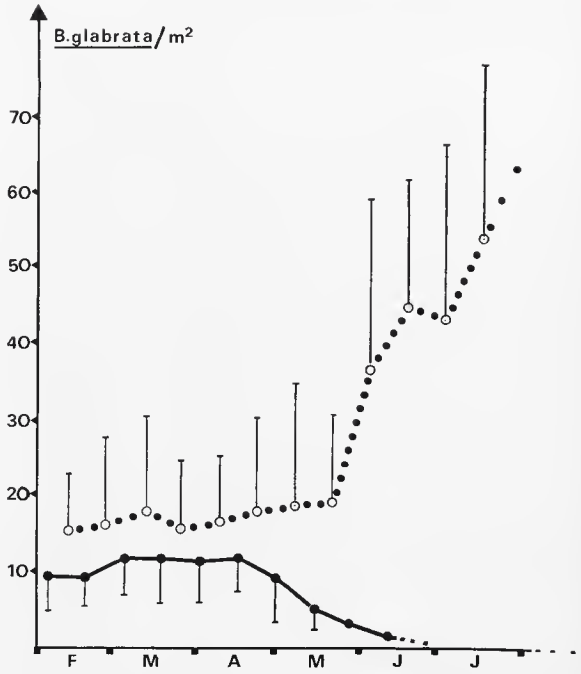

Fig. 86. — Évolution des densités de *B. glabrata* par m² de février à juillet (saison sèche) pendant l'essai (trait plein) et pendant l'année témoin (pointillés).

Source : MNHN, Paris

développement du parasite introduit, autres facteurs édaphiques. Il apparait bien difficile de faire la part exacte de ces différents facteurs (et probablement aussi de quelques autres plus subtils) qui interfèrent les uns avec les autres. Ainsi, lorsque la température baisse, le développement des miracidiums est ralenti, ce qui augmente d'autant le séjour des œufs sur le fond avant l'éclosion et, par là, la probabilité de leur envasement mortel. Une incubation préalable des œufs au laboratoire, avant le déversement, permettrait peut-être de réduire la mortalité par ensevelissement.

Quant à la turbidité, il ne fait aucun doute qu'elle ait joué un rôle défavorable au cours de notre expérience. En effet elle n'a jamais été inférieure à 100 I.T.U. du fait de la nature argileuse de la vase qui est fréquemment remise en suspension, non seulement par le piétinement du bétail et des hommes, mais encore lors des fortes averses. Les conditions défavorables à *R. guadeloupensis* qui règnent dans ce type de mares sont à opposer à celles du gîte du Grand Étang qui est le lieu où nous avons trouvé plus fortes prévalences pour ce Trématode. En effet la turbidité dans cet étang est toujours inférieure à 20 I.T.U. Nous pouvons donc penser qu'un même nombre de rats parasités aurait pu nous permettre de traiter une mare plus grande dans des conditions de turbidité plus favorables.

A partir des données numériques recueillies, nous avons essayé d'estimer l'espérance de réussite du cycle des œufs introduits. Pour ce calcul, nous avons choisi les données de l'automne 1976 et de l'automne 1977, périodes où la population comprenait le plus grand nombre de *B. glabrata* jeunes et donc réceptifs. A l'automne 1976, l'espérance de réussite a été de 1/200, à l'automne 1977, avec un remplissage comparable de la mare mais une densité de mollusques bien plus faible, cette espérance de réussite n'a plus été que de 1/1 600. Bien entendu, compte tenu des erreurs liées aux techniques d'échantillonnage, il n'est pas possible d'accorder à ces deux estimations plus qu'une simple valeur indicative. Elles montrent cependant que le rendement est faible.

Au total, notre première expérience de lutte biologique contre *B. glabrata* par *R. guadeloupensis* apparaît comme un succès puisqu'elle a abouti à la quasi-disparition du mollusque visé mais, en revanche, à un rendement très faible de l'agent pathogène utilisé.

Compte tenu des conditions défavorables dans lesquelles nous avons mené cette expérience, et, en particulier, la très forte turbidité permanente des eaux de la mare, nous pensons que le bilan est largement positif et que ce type de lutte doit être étudié plus avant. D'ores et déjà, il nous est apparu comme spécifique et efficace, pour un prix de revient extrêmement réduit et un travail pouvant être confié, après une courte période d'instruction, à des techniciens formés localement.

Nous pensons que, dans le cas de notre mare, l'efficacité de notre intervention eût pu être meilleure si notre protocole expérimental avait été mieux adapté aux conditions démographiques de la population locale de *B. glabrata*.

Pour la mise en œuvre de protocoles impliquant des interventions massives mais se produisant aux moments les plus opportuns seulement, il pourrait être nécessaire de faire appel, cette fois, à des Trématodes allochtones, ayant une production d'œufs supérieure à celle de *R. guadeloupensis*. Ces Trématodes stérilisants utilisables sont certainement très nombreux dans les aires continentales tant en Afrique qu'en Amérique. Il reste donc un champ considérable d'investigations qui débouchent sur des possibilités de lutte extrêmement prometteuses.

Source : MNHN, Paris

MISE AU POINT DE TECHNIQUES DE TRANSPLANTATION DES SPOROCYSTES DE *SCHISTOSOMA MANSONI* ET LEUR APPORT À LA CONNAISSANCE DU CYCLE DE CE PARASITE

PAR

Joseph JOURDANE

Les caractères qualitatifs et quantitatifs de la production cercarienne de *Schistosoma mansoni* sont étroitement liés aux particularités du développement intravectoriel du parasite. La connaissance de cette phase du cycle s'est révélée très vite indispensable dans le cadre des recherches sur la dynamique des populations que nous avions entreprises sur la souche guadeloupéenne de *S. mansoni*. La rapidité à la fois de la multiplication et de la croissance des stades parasitaires chez les Mollusques infestés par voie naturelle, rend toutefois très difficile une étude séquentielle des différentes phases de la reproduction asexuée. Dans le but de nous soustraire à cette difficulté, nous avons envisagé une approche des problèmes de démographie sur des Mollusques infestés par transplantation microchirurgicale de sporocystes fils. Cette technique d'infestation rend possible l'étude du développement soit d'un sporocyste unique, soit d'une population réduite de sporocystes.

La technique de transplantation que nous avons mise au point s'inspire du protocole opératoire suivi par CHERNIN (1966) dans un travail sur le développement larvaire de *S. mansoni*. Les infestations de Mollusques sont réalisées par transplantation microchirurgicale de pièces de glande digestive de Planorbe comprenant de 1 à 4 sporocystes II. L'ensemble des recherches entreprises sur la base de ce protocole expérimental sont à l'origine de trois découvertes d'ordre fondamental, remettant en cause beaucoup de données sur la phase de développement intramollusc al de *S. mansoni* :

- Mise en évidence d'une bipotentialité morphogénétique des cellules germinatives de *S. mansoni* (JOURDANE et THÉRON, 1980)
- Découverte d'une possibilité de clonage de *S. mansoni* (JOURDANE et THÉRON, 1980)
- Démonstration d'une replication des sporocystes II dans le cycle naturel de *S. mansoni* (JOURDANE, THÉRON et COMBES, 1980).

I. — BIPOTENTIALITÉ MORPHOGÉNÉTIQUE DES CELLULES GERMINATIVES DE *S. MANSONI*

Les études histologiques réalisées au cours de l'évolution du matériel transplanté, montrent que la morphogenèse larvaire au sein des sporocystes II s'oriente dans une voie fondamentalement différente de celle suivie jusqu'alors chez le Mollusque donneur. Les sporocystes producteurs de cercaires se différencient en sporocystes producteurs d'une génération additionnelle de sporocystes fils. Le résultat de cette réplication est la mise en place d'une génération de sporocystes III qui essaiment progressivement dans les tissus du Mollusque receveur.

Source : MNHN, Paris

Au plan ontogénique, il s'avère que le schéma de multiplication asexuée traditionnellement admis pour *S. mansoni*, selon lequel les cellules germinatives ont une destinée rigoureusement déterminée, est laux. La démonstration d'une possibilité de régulation de la destinée des éléments germinatifs rend compte de leur authentique bipotentialité morphogénétique.

II. — CLONAGE DE *S. MANSONI*

Ayant mis en évidence l'existence de cette potentialité de régulation morphogénétique, il nous est apparu intéressant de vérifier si ce caractère se conservait aussi chez les sporocystes III. L'expérimentation a consisté à transplanter des sporocystes III sur de nouveaux Planorbes receveurs. Les résultats obtenus sont strictement identiques à ceux observés après la première transplantation :

— une génération additionnelle de sporocystes, d'ordre IV par conséquent, prend naissance dans les sporocystes III transplantés ;

— les sporocystes IV, après avoir essaimé dans les tissus du Mollusque receveur, produisent des cercaires parfaitement infestantes.

Le cycle de *S. mansoni* semble pouvoir être maintenu exclusivement chez le Mollusque de façon illimitée (à ce jour, 16 transplantations successives ont été réalisées). Cette possibilité de maintenance du parasite seulement par voie asexuée équivaut à un véritable clonage du parasite, puisqu'aucune recombinaison génétique n'intervient plus dans le cycle. Un tel clone peut être assimilé à une population de sporocystes frères génétiquement identiques.

Le clonage de *S. mansoni* autorise le maintien en laboratoire de souches humaines ou sauvages (murines) pures sans modifications dues aux passages successifs chez les Rongeurs ou les Primates. Cette technique devrait trouver une application immédiate en immunologie notamment, la pureté des déterminants antigéniques du parasite y étant souvent activement recherchée (Smith et Clegg, 1979).

III. — REPLICATION DES SPOROCYSTES FILS DANS LE CYCLE NATUREL DE *S. MANSONI*

La découverte, au cours des expérienees de transplantation, d'une bipotentialité morphogénétique des éléments germinatifs de *S. mansoni*, a été le point de départ d'une recherche de sporocystes d'ordre supérieur à II dans le cycle naturel du parasite. L'étude histologique exhaustive d'un abondant matériel nous a permis de démontrer que la réplication des sporocystes fils intervient effectivement comme mode habituel de reproduction intravectorielle. Dès lors, la séquence de multiplication asexuée de *S. mansoni* n'est pas du type : Sp I, Sp II (cercaires) mais du type Sp I, Sp II (cercaires), Sp III (cercaires), etc...

Source : MNHN, Paris

MISE EN ÉVIDENCE DE CERTAINES ACTIVITÉS ENZYMATIQUES DANS L'HÉMOLYMPHE DE *BIOMPHALARIA GLABRATA*

PAR

Alain KERMARREC

Une meilleure approche de la biogéographie du Planorbe, *Biomphalaria glabrata*, vecteur principal de la Schistosomose à *S. mansoni* dans la zone néotropicale, implique la mise en œuvre de méthodes modernes de taxonomie biochimique. Ce travail n'est qu'une toute première approche dans la recherche de marqueurs enzymatiques pour l'analyse, par électrophorèse, de la variabilité de cette espèce. Nous l'avons fait précéder d'une étude des diverses activités catalytiques de l'hémolymphe.

MÉTHODOLOGIE

La micro-méthode utilisée est semi-quantitative (méthode dite API zym. ; API system) et permet la révélation de 19 enzymes (tableau 1).

Le sang du mollusque est prélevé à l'aide d'un microhématocrite, par capillarité.

Après centrifugation dans ce micro-tube scellé, 25 µl d'hémolymphe sont dilués dans 2,5 ml d'eau distillée stérile et répartis dans les cupules de révélation. Les animaux utilisés ne présentaient pas d'émission de cercaires au laboratoire.

En plus du sang, un broyat total de l'animal a été également analysé.

Dans une première étape, *Biomphalaria glabrata* (souche Marigot) et *Biomphalaria schrammi* (souche Gosier) ont été comparés à *Drepanotrema lucidum* (souche Gosier) puis, diverses souches guadeloupéennes de *Biomphalaria glabrata* sont testées (figure 87).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

a) Entre genre et espèces

Aprés 20 heures d'incubation à 37°C, à l'abri de la lumière, les notations suivantes ont été portées (tableau 2) :

Source : MNHN, Paris

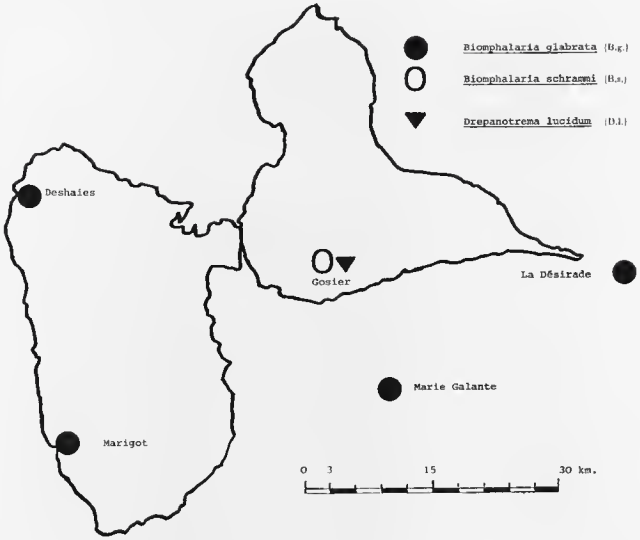

Fig. 87. — Provenance des souches de mollusques étudiées.

Source : MNHN, Paris

Nos	ENZYME RECHERCHEE.	SUBSTRAT	pH	REACTION	
				Positive	Négative
1	Témoin			Incolore ou couleur de l'échantillon si celui-ci a une coloration importante	
2	Phosphatase alkaline	2-naphtyl phosphate	8,5	Violet	- Incolore ou de la couleur du témoin si la galerie a été exposée à une source lumineuse intense après l'addition des réactifs. - Jaune très pâle si cette opération n'a pas pu être réalisée.
3	Esterase (C 4)	2-naphtyl butyrate	7,1	Violet	
4	Estérase Lipase (C 8)	2-naphtyl caprylate	.	Violet	
5	Lipase (C 14)	2-naphtyl myristate	.	Violet	
6	Leucine aminopeptidase	L-leucyl-2-naphtylamide	7,5	Orange	
7	Valine aminopeptidase	L-valyl-2-naphtylamide	.	Orange	
8	Cystine aminopeptidase	L-cystyl-2-naphtylamide	.	Orange	
9	Trypsine.	N-benzoyl-DL-arginine-2-naphtylamide	8,5	Orange	
10	Chymotrypsine	N-benzoyl-DL-phenylanine-2-naphtylamide	7,1	Orange	
11	Phosphatase acide	2-naphtyl phosphatase	5,4	Violet	
12	Phosphoamidase	Naphtol-AS-BI-phosphodiamide	.	Bleu	
13	α galactosidase	6-Br-2-naphtyl-αD-galactopyranoside	.	Violet	
14	α galactosidase	2-naphtyl-βD-galactopyranoside	.	Violet	
15	β glucuronidase	Naphtol-AS-BI-βD-glucuronate	.	Bleu	
16	α glucosidase	2-naphtyl-αD-glucopyranoside	.	Violet	
17	β glucosidase	6-Br-2-naphtyl-βD-glucopyranoside	.	Violet	
18	α glucosaminidase	1-naphtyl-N-acetyl-βD-glucosaminide	.	Marron	
19	α mannosidase	6-Br-2-naphtyl-αD-mannopyranoside	.	Violet	
20	α fucosidase	2-naphtyl-αL-fucopyranoside	.	Violet	

Tableau n° 1 : Enzymes révélées par la méthode Api.

Source : MNHN, Paris

		Sang			Broyat		
N°	ENZYME	B.g.	B.s.	D.l.	B.g.	B.s.	D.l.
1	Témoin	0	0	0	0	0	0
2	Phosphatase alcaline	4	5	4	5	4	5
3	Estérase (C 4)	2	3	3	4	2	3
4	Estérase Lipase (C 8)	3	4	2	5	3	3
5	Lipase (C 14)	0	1	0	3	1	1
6	Leucine aminopeptidase	2	1	1	5	3	3
7	Valine aminopeptidase	0	0	0	4	2	1
8	Cystine aminopeptidase	0	0	0	3	2	1
9	Trypsine	0	0	+	1	0	0
10	Chymotrypsine	0	1	1	2	0	1
11	Phosphatase acide	4	5	5	5	5	5
12	Phosphoamidase	4	4	5	5	3	5
13	α Galactosidase	+	2	2	4	2	3
14	β Galactosidase	+	3	3	5	3	4
15	β Glucuronidase	2	3	3	5	4	5
16	α Glucosidase	5	5	5	5	5	5
17	β Glucosidase	2	5	2	5	4	5
18	β Glucosaminidase	0	4	4	5	3	4
19	α Mannosidase	0	1	2	4	0+	3
20	α Fucosidase	1	2	4	5	3	5

Tableau n° 2 : Comparaison entre espèces et genres ainsi qu'entre sang et broyat total.
Biomphalaria glabrata : B.g.
B. schrammi : B.s.
Drepanotrema lucidum : D.l.

Source : MNHN, Paris

L'analyse par groupes d'enzymes est portée au tableau 3.

	B.g.		B.s.		D.l.	
	Sang	Total	Sang	Total	Sang	Total
Phosphatases	12	15	14	12	14	15
Estérases	5	12	8	6	5	7
Peptidases	2	15	2	9	2	6
Glucidases	11	38	25	24	25	34
Somme	30	80	49	51	47	62

Tableau n° 3 : Analyse par groupe d'enzymes en cumulant les activités.

Aspects généraux.

L'activité enzymatique globale de Bg est nettement supérieure à Bs mais l'activité dans le sang est faible.

Planorbe		Bg	Bs	Dl
Activité sang / Sang + broyat	%	27,3	49	43

L'activité *esterasique* et *aminopeptidasique* est semblable dans les trois sangs. Ces mêmes activités sont 2 à 3 fois plus élevées dans le broyat total de Bg par rapport à Bs et Dl.

En somme, Dl et Bs ont une configuration globale assez semblable avec plus d'activité osidasique générale pour Dl.

Bg se signale par un sang à *faible activité osidasique* (la moitié des deux autres souches).

Aspects qualitatifs.

1. — *Osidases du sang.*

Il faut noter l'homogénéité qualitative entre Dl et Bs ainsi que l'absence des galactosidases (α, β), β glucosaminidase et α-mannosidase chez Bg. La α-fucosidase également reste bien plus faible.

2. — *Osidases du broyat total.*

Noter l'absence de α mannosidase chez *B. schrammi*, ainsi d'ailleurs que les trypsine et chymotrypsine.

Source : MNHN, Paris

3. — *Lipases* :

		Bg	Bs	D1	
Esterases-lipases + lipases	Sang	3	5	2	
	Broyat	8	4	4	

Il reste à noter *pour le sang* et *en vue d'électrophorèses* discriminantes les concentrations intéressantes en enzymes suivantes :

— Phosphates acide & basique
— Phospho-amidase
— Esterases et esterases-lipases
— Leucine aminopeptidase
— Glucosidase

N°	ENZYME	BEAUGENDRE					MARIE-GALANTE			
1	Témoin	0	0	0	0		0	0	0	0
2	Phosphatase alcaline	5	3	2	2		5	4	2	1
3	Estérase (C 4)	3	2	2	2		4	2	2	1
4	Estérase Lipase (C 8)	4	2	2	3		4	3	2	2
5	Lipase (C 14)	0	0	0	0		0	0	0	0
6	Leucine aminopeptidase	3	2	2	2		3	3	1	1
7	Valine aminopeptidase	0	0	0	0		1	0	0	0
8	Cystine aminopeptidase	0	0	0	0		1	0	0	0
9	Trypsine	0	0	0	0		0	0	0	0
10	Chymotrypsine	0	0	0	0		1	0	0	0
11	Phosphatase acide	5	3	3	3		5	4	2	2
12	Phosphoamidase	5	3	3	3		5	4	2	2
13	α Galactosidase	3	0	0	0		3	0	0	0
14	β Galactosidase	3	1	1	1		4	1	1	0
15	β Glucuronidase	3	2	1	1		4	1	1	0
16	α Glucosidase	5	5	2	1		5	5	3	2
17	β Glucosidase	4	3	1	1		5	3	1	0
18	β Glucosaminidase	0	1	1	1		5	0	1	0
19	α Mannosidase	0	0	0	0		2	0	0	0
20	α Fucosidase	1	1	1	1		5	1	1	0

TABLEAU 4. — Activités enzymatiques du sang pour quatre souches de *B. glabrata*

Source : MNHN, Paris

N°	ENZYME	DESHAIES				DESIRADE			
1	Témoin	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Phosphatase alcaline	5	5	5	5	5	1	1	1
3	Estérase (C 4)	3	3	3	3	4	1	1	1
4	Estérase Lipase (C 8)	4	3	4	4	4	1	1	1
5	Lipase (C 14)	0	0	0	0	0	1	0	0
6	Leucine aminopeptidase	3	3	1	3	2	0	1	0
7	Valine aminopeptidase	0	0	0	0	0	1	0	0
8	Cystine aminopeptidase	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Trypsine	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Chymotrypsine	1	1	1	0	0	0	0	0
11	Phosphatase acide	5	5	5	5	4	2	2	2
12	Phosphoamidase	5	5	5	5	5	2	2	2
13	α Galactosidase	2	2	1	4	1	0	0	0
14	β Galactosidase	3	3	2	4	2	1	1	0
15	β Glucuronidase	4	3	2	4	2	1	1	0
16	α Glucosidase	5	5	5	5	5	0	0	0
17	β Glucosidase	4	4	4	4	3	1	0	0
18	β Glucosaminidase	3	3	2	4	0	2	0	0
19	α Mannosidase	0	0	0	2	0	0	0	0
20	α Fucosidase	2	3	2	3	1	2	0	0

TABLEAU 5. — Activités enzymatiques du sang pour quatre souches de *B. glabrata*

Source : MNHN, Paris

N°	ENZYME	BEAUGENDRE A	MARIE-GALANTE B	DESHAIES C	DESIRADE D
1	Témoin	0	0	0	0
2	Phosphatase alcaline	12	12	20	8
3	Estérase (C 4)	9	9	12	7
4	Estérase Lipase (C 8)	11	11	15	7
5	Lipase (C 14)	0	0	0	1
6	Leucine aminopeptidase	9	8	10	3
7	Valine aminopeptidase	0	1	0	1
8	Cystine aminopeptidase	0	1	0	0
9	Trypsine	0	0	0	0
10	Chymotrypsine	0	1	3	0
11	Phosphate acide	14	13	20	10
12	Phosphoamidase	14	13	20	11
13	α Galactosidase	3	3	9	1
14	β Galactosidase	6	6	12	4
15	β Glucuronidase	7	6	13	4
16	α Glucosidase	13	15	20	5
17	β Glucosidase	8	9	12	4
18	β Glucosaminidase	3	6	12	2
19	α Mannosidase	0	2	2	0
20	α Fucosidase	4	7	10	3
	Σ activités	113	123	190	71
	Phosphatases	40	38	60	29
	Estérases	20	20	27	15
	Peptidases	9	11	13	4
	Osidases	44	54	90	23

TABLEAU 6. — Analyse par sommation des 4 individus par localité.

Source : MNHN, Paris

b) Entre souches de *B. glabrata*.

Les souches Marie-Galante, Désirade, Deshaies et Beaugendre sont comparées pour les activités enzymatiques du sang. La taille du planorbe de la Ravine Couleuvre (Deshaies) est nettement inférieure à celle des autres souches.

Les tableaux 4 et 5 présentent les notations d'activités (4 répétitions) et le tableau 6 condense l'information par la somme des 4 répétitions.

Il apparaît d'abord que l'activité enzymatique n'est pas liée à la couleur rouge du sang : le sang pâle serait nettement plus actif. Une homologie forte se fait jour entre les souches de Marie-Galante et de Beaugendre. Les activités osidasiques des enzymes 18, 19 et 20 (tableau 6) sont doublées pour la première souche.

Il apparaît deux extrêmes nets : Désirade et Deshaies (1 : 4). Les souches Beaugendre et Désirade manquent de chymotrypsine et d'α-mannosidase.

— L'α-glucosidases est nettement plus active que la β-glucosidase pour les 3 premières souches au moins. Pour toutes, par contre, la β-galactosidase prime sur l'α-galactosidase (13, 14).
— La leucine aminopeptidase est la seule peptidase présente ou détectable et l'esterase lipase en C8 (α N caprylate) est supérieure à l'esterase en C4 (αN butyrate).

CONCLUSION

Le bref compte rendu qui précède n'a d'autre ambition que d'indiquer la voie de recherche dans laquelle nous venons de nous engager, en collaboration avec l'ERA 339 du CNRS. Il s'agit de trouver, parmi les diverses techniques d'analyse enzymatique mises au point ces dernières années, celle (ou celles) qui nous permettront de repérer, dans un éventail d'isoenzymes, les différences qui existent entre les diverses « souches » ou « populations » de *Biomphalaria glabrata*.

Nous savons d'ores et déjà, et nous le confirmons ici, qu'il existe des différences faciles à mettre en évidence à l'échelle de l'espèce chez les Mollusques comme chez les autres animaux. Mais l'épidémiologie de la Schistosomose a besoin de descendre au niveau infraspécifique, en particulier pour repérer les mollusques « réceptifs » ou « réfractaires » à l'infestation par les larves de schistosomes au sein d'une même espèce. C'est aujourd'hui un problème capital, mais qui vient seulement de se poser à nous.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Société API-System, La Balme les Grottes, 38390, Montalieu-Vercieu qui nous a offert gracieusement le matériel nécessaire pour cette étude.

Source : MNHN, Paris

CONCLUSION

PAR

Yves J. Golvan

Le travail que nous vous avons présenté ici n'a pas la prétention d'être parfait ou d'être un modèle mais, à notre sens, il représente une première approche de ce qui doit être fait systématiquement dans chaque « foyer naturel » de Schistosomose avant d'entreprendre une campagne d'éradication de quelque importance.

Encore une fois nous le répétons : *on ne combat bien un ennemi que si on le connaît.* Or l'Écologie épidémiologique, intégrant tous les aspects de la biocénose dans laquelle s'implante, vit et se développe la Schistosomose, permet, seule, de reconnaître les points faibles de la chaîne de transmission du parasite.

Négliger cette étude préalable, croire avec quelque naïveté que l'on pourra par une drogue miracle, un composé chimique extraordinaire, voire un coup de baguette magique, débarrasser un pays, une région, une vallée de la parasitose, c'est se préparer à bien des désillusions. Nous pensons que les échecs aujourd'hui reconnus dans le domaine d'autres maladies parasitaires tropicales devraient au moins servir à modifier certaines conceptions retardataires en matière de Schistosomose.

La découverte du rôle du rat dans le fonctionnement de l'endémie schistosomienne en Guadeloupe a montré combien les dogmes classiquement admis ne sont bien souvent que des « idées reçues » ou des extrapolations hâtives.

Nous avons d'ores et déjà quelques observations qui nous amènent à penser que le foyer martiniquais de Schistosomose ne fonctionne pas sur le même modèle que celui de Guadeloupe. Voici donc deux îles toutes proches, très apparemment semblables, où l'épidémiologie de la parasitose est cependant différente. Ceci montre bien qu'il faut se garder des conclusions hâtives, des « programmes d'éradication à tout faire » et que c'est SUR LE TERRAIN et PAR L'ANALYSE DES FAITS tels qu'ils sont et non tels qu'on veut qu'ils soient, qu'il faut dresser le programme de lutte.

La recherche systématique des organismes pathogènes pour le Mollusque vecteur s'est révélée une voie pleine de promesses. Nous avons démontré que dans UN BIOTOPE NATUREL, il était possible d'anéantir, par la lutte biologique et elle seule, une population de planorbes, sans affecter le reste de la biocénose. Si, sur une île aussi petite que la Guadeloupe, nous avons pu trouver chez le seul *Biomphalaria glabrata*, quatre Trématodes pouvant le stériliser, nous ne doutons pas qu'à l'échelle d'un continent, ces auxiliaires d'une future lutte biologique existent et restent seulement à découvrir.

Mais nous savons bien que la victoire contre les Schistosomoses sera obtenue à la suite d'une lutte longue et opiniâtre où auront été utilisées, DE FAÇON COORDONNÉE TOUTES LES ARMES, toutes les méthodes que nous possédons déjà ou que nous pourrons découvrir.

Avant toute chose nous pensons que c'est LA VOLONTÉ de combattre qui est essentielle et que ce sont les autorités décisionnelles locales qui doivent en être animées. C'est à nous, les « techniciens », de les convaincre, de leur fournir les arguments et surtout de leur faire comprendre que l'étude préalable des conditions locales est capitale. Elle peut leur sembler une perte de temps. C'est tout le contraire. ELLE ÉPARGNE DE L'ARGENT, et ELLE GAGNE DU TEMPS et DE L'EFFICACITÉ. Dans cette guerre qui doit être sans merci et sans trêve, il est aussi nécessaire de CONCENTRER LE POUVOIR DE DÉCISION. Nous

Source : MNHN, Paris

savons que certains acceptent mal cet abandon d'une parcelle de ce qu'ils considèrent comme leur domaine réservé et des droits qu'ils y exercent. Qu'ils sachent cependant que s'ils savent s'intégrer dans un programme général bien conçu et bien mené, ils rendront à la collectivité toute entière le meilleur service qui se puisse rendre en lui permettant de cesser enfin de payer un tribut à la maladie et à la souffrance inutile.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

Aguayo C. G. et Jaume M. L., 1947. — Catologo de los Moluscos de Cuba, Cuba, 994 p.

Andrade R. M., 1962. — Ecologia de *Australorbis glabratus* em Belo Horizonte Brazil. II. Variaçoes anuais e trimestriais do diametro dos caramujos. *Revist. Instit. Med. Trop. São Paulo, 4*, 366-374.

Andrade R. M. et Carlos M. F. A., 1970. — Combati biologico : *Tilapia melanopleura* Duméril versus *B. glabrato* Say, em condiçoes de laboratorio. *Revist. Brasileira. Malariol. Doenç. Tropic, 21*, (1), 49-58.

Andrews J., 1971. — Sea shells of the Texas coast. Austin and London edit., 298 p.

Anonyme, 1957. — Study on the ecology of intermediate hosts of Bilharziasis. A report. *Technic. Rep. W.H.O., n° 120.*

— 1965. — Même titre. *Monographie. W.H.O., n° 50*, 65 p.

Anton H. E., 1839. — Verzeichniss der Conchylien. Eduard Anton. Halle edit., 50-51.

Baker H. B., 1924. — Land and fresh water molluscs of the dutch leeward islands. *Occas. Pap. Mus. Zool. Univer. Michigan, 152*, 159 p.

Baker H. B., 1930. — The Mollusca collected by the University of Michigan. Williamson expedition in Venezuela. VI. *Occas. Pap. Mus. Zool. Univers. Michigan, 210*, 1-95.

Barbosa I., 1966. — The domestic dog as experimental host of *Schistosoma mansoni*. Proceed. First Internat. Congr. Parasitol. Roma, 1964, 2-704.

Barbosa F. S., 1972. — Natural infection with *Schistosoma mansoni* in small animals trapped in the course of s Schistosomiasis control in Brazil. *Jl. Parasitol., 58*, (2), 405-407.

Barbosa F. S. et Barbosa I., 1958. — *Tropicorbis chilensis* from Santiago, Chile ; a potential intermediate host of *Schistosoma mansoni. Bolt. Chil. Parasitol., 13*, 7-9.

Barbosa F. S., Barbosa I. et Carneiro E., 1963. — Description of *Australorbis sericeus* (Dunker), a possible intermediate host of *Schistosoma mansoni* in Ecuador. *Ann. Trop. Med. Parasitol., 57*, 52-58.

Barbosa F. S., Barbosa I. et Rodriguez J. D., 1958. — *Tropicorbis philippianus* (Dunker), a potential intermediate host of *Schistosoma mansoni* in Ecuador. *Jl. Parasitol., 44*, 622.

Barbosa F. S. et Coelho M. V., 1954. — Qualidades de vetor dos hospedeiros de *Schistosoma mansoni* no Nordestes do Brasil. I. Susceptibilidade de *Australorbis centrimetralis* a infestaçao por *S. maasoni. Pub. Av. Instit. Aggeu. Magal., 3*, (4), 55-62.

Barbosa F. S. et Coelho M. V., 1956. — Alguns aspectos epidemiologicos relacionados com a transmissão da esquistossomose em Pernambucco Brasil. *Pub. Av. Instit. Aggeu. Magal., 5*, (4), 31-47.

Barbosa F. S. et Coelho M. V., 1957. — Notes on the anatomy of two brazilian planorbids snails. *Revi. Biola., 1*, (2), 113-115.

Barbosa F. S. et Olivier L., 1958. — Studies on the snail vectors of Bilharziasis *S. mansoni* in North-eastern Brazil. *Bull. W.H.O., 18*, 895-908.

Barrau J., 1978. — Biogéographie ou Ethnobiogéographie ? Une réflexion à propos de la Martinique et plus généralement des Petites Antilles. *Cpt.-Rend. Soc. Biogéograph., 469*, 83-96.

Bastos O. de C., Magalhaes L. A., Rangel H. de C. et Piedrabuena A. E., 1978. — Alguns dados sobre o comportamento parasitologico das linhagens humana e silvestre de *Schistosoma mansoni*, no vale do Rio Paraiba do Sul, SP. (Brasil). *Revist. Saud. Public. São Paulo, 12*, 184-199.

Beck H., 1838. — Index Molluscorum Praesentis Aevi. 1. Mollusca, Gasteropoda Pulmonata. Hafniae édit., 124 p.

Berg C. O., 1973. — Biological control of snail-borne diseases, a review. *Exper. Parasitol., 33*, (2), 318-330.

Source : MNHN, Paris

Berrie A. D. et Visser S., 1963. — Investigations of a growth-inhibiting substance affecting a natural population of freshwater snails. *Physiol. Zoolog.*, *36*, 167-173.

Berry E. G., 1949. — A recently observed snail disease. *Ann. Rep. Americ. Malacol. Union. News. Bullt.*, 10-11.

Bertalanffy L. von, 1938. — A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biolog.*, *10*, (2), 181-213.

Bordaz G., 1899. — Liste des coquilles recueillies à la Martinique. *Bull. Soc. Hist. Natur. Autun*, *12*, 5-24.

Brano T. von, MacMahon P. et Nolan M. O., 1957. — Physiological observations on starvation and desiccation of the snail *Australorbis glabratus*. *Biolog. Bullt.*, *113*, 89-102.

Bruce J. I. et Radke M. G., 1971. — Culturing *Biomphalaria* and *Oncomelania* (Gasteropoda) for large scale studies of Schistosomiasis. *Biomedic. Rept. XIX. U. S. Army Med. Dept. Activ. Japan A.P.O. San Francisco 96343*, 161 p.

Brumpt E., 1941. — Mission Émile et Lucien Charles Brumpt au Venezuela. Observations biologiques diverses concernant *Planorbis* (*Australorbis*) *glabratus*, hôte intermédiaire de *Schistosoma mansoni*. *Ann. Parasitol. Hum. Compar.*, *18*, (1/3), 9-45.

Camargo S., 1975. — Bilharziasis in Brazil. Internat. Conf. Schisto. Cairo (18/25 Oct. 75) Countr. Pap. Agend. Item, *5*, 9 p.

Chernin E., 1966. — Transplantation of larval *Schistosoma mansoni* from infected to uninfected snails. *Jl. Parasitol.*, *52*, 473-482.

Chernin E., 1967. — Behavior of *Biomphalaria glabrata* and other snails in a thermal gradient. *Jl. Parasitol.*, *53*, 1233-1240.

Chernin E. et Michelson E. H., 1957. — Studies on the biological control of schistosome-bearing snails-III. The effects of population density on growth and fecundity of *Australorbis glabratus*. *Amer. Jl. Hyg.*, *65*, (1), 57-70.

Chernin E. et Michelson E. H., 1957. — Studies on the biological control of schistosome-bearing snails. IV. Further observations on the effects of crowding on the growth and fecundity of *Australorbis glabratus*. *Amer. Jl. Hyg.*, *65*, (1), 71-80.

Chernin E., Michelson E. H. et Augustine D. L., 1956. — The effects of population density on growth and fecundity of *A. glabratus*. *Amer. Jl. Hyg.*, *5*, (2), 385-386.

Chernin E., Michelson E. H. et Augustine D. L., 1956. — Studies on the biological control of schistosome-bearing snails. II. The control of *Australorbis glabratus* population by the leech *Helobdella fusca* under laboratory conditions. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg.*, *5*, 308-314.

Cioli D., Knopf P. M. et Senet W., 1977. — A study of *Schistosoma mansoni* transferred to permissive and non-permissive hosts. *Internat. Jl. Parasitol.*, 293-297.

Clench W. J., 1936. — The Physidae of the West Indies. *Mem. Soc. Cuban Hist. Natur.*, *10*, (5), 335-342.

Clench W. J., 1963. — Land and freshwater mollusks of the Crooked Islands group, Bahamas. *Bull. Mus. Compar. Zool. Harvard*, *128*, (8), 395-413.

Coelho P. M., Chagas F. et Gerken S. E., 1975. — Potentialidade de predaçao a *Biomphalaria glabrata* (Say 1818) por duas especies de quelonios sud-americanos, *Platemys spixii* (Duméril et Bibron 1935) e *Chrysemys* (*Trachemys*) *dorbignii* (Duméril et Bibron 1935). *Ciencia e Cultur*, *27*, (3), 301-303.

Combes Cl., 1976. — Perspectives actuelles d'utilisation des parasites dans la lutte contre les Mollusques vecteurs de Bilharzioses humaines. *Wiadomosci Parazytolog.*, *22*, 351-354.

Combes Cl. et Imbert-Establet D., 1980. — Compared infectivity in rodents of *Schistosoma mansoni* cercariae of human origin et *S. mansoni* cercariae of murine origin. *Jl. Helminthol.* (sous presse).

Combes Cl., Léger N. et Golvan Y. J., 1975. — Le rôle du rat dans la dynamique de l'endémie schistosomienne en Guadeloupe. *C. R. Acad. Sci. Paris*, *281*, 1050-1061.

Combes Cl., Léger N. et Golvan Y. J., 1975. — Rats et Bilharziose en Guadeloupe. *Acta Tropic. Basel*, *32*, 304-308.

Combes Cl. et Nassi H., 1977. — Metacercarial dispersion and intracellular parasitism in a Strigeid Trematode. *Internat. Jl. Parasitol.*, *7*, 501-503.

Combes Cl. et Théron A., 1977. — Rythmes d'émergence des cercaires de Trématodes et leur intérêt dans l'infestation de l'homme et des animaux. Vol. Pap. in memoriam Prof. Caballero y Caballero Mexico, 141-150.

Source : MNHN, Paris

Coomans H. E., 1967. — The non-marine Mollusca of St. Martin (Lesser Antilles). *Stud. Fauna Curaçao. Other Caribbean Islands*, *24*, (94), 118-145.

Courmes E., Aubebaud G. et Fauran P., 1964. — Distribution géographique locale d'*Australorbis glabratus*. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, *57*, 1071-1083.

Cowpen S. G., 1946. — Some notes on the maintenance and breeding of Schistosome vectors in Great Britain with special reference to *Planorbis guadeloupensis* Sowerby. *Ann. Tropic. Med. Parasitol.*, *40*, (2), 163-170.

Cowper S. G., 1963. — Schistosomiasis in Nigeria. *Ann. Tropic. Med. Parasitol.*, *57*, (3), 307-322.

Crosse H., 1891. — Faune malacologique terrestre et fluviatile de l'île de Saint-Domingue. *Jl. Conchyliol.*, *39*, 69-211.

Crosse H., 1892. — Faune malacologique terrestre et fluviatile de l'île de Porto-Rico. *Jl. Conchyliol.*, *40*, 5-71.

Cunha Neto A. G., 1972. — *Biomphalaria straminea* em Porto Allegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *Atas. Soc. Biolog. Rio de Janeiro*, *5*, (3), 151 p.

Dajoz R., 1970. — Précis d'Écologie. Dunod édit., 357 p.

Dajoz R., 1974. — Dynamique des populations. Masson édit. Paris, 301 p.

Dall W. H., 1895. — Contribution to the tertiary fauna of Florida. *Transac. Wagner Free instit. Sci. Philadelphia*, *3*, (3), 807-810.

Dazo W. H., Hairston N. G. et Dawood I. K., 1966. — The ecology of *Bulinus truncatus* and *Biamphalaria alexandrina* and its implications for the control of bilharziasis in the Egypt-49 project area. *Bull. Wld. Hlth. Org.* *35*, 339-356.

Deschiens R., 1952. — Le problème sanitaire des Bilharzioses dans les territoires de l'Union Française. Monographie Coll. Soc. Path. Exot., Masson édit. Paris, 45 p.

Deschiens R., 1957. — Les facteurs conditionnant l'habitat des mollusques vecteurs des Bilharzioses. Leurs incidences épidémiologiques. I. Généralités. Facteurs physiques. *Ann. Instit. Pasteur, Paris*, *92*, (5), 576-585.

Deschiens R., 1957. — *Id.* II. Facteurs chimiques. Nutrition. *Ann. Instit. Pasteur, Paris*, *92*, (5), 711-727.

Deschiens R., 1957. — *Id.* III. Flore et faune des gîtes, ennemis naturels, maladies, compétitions, fluctuations. *Ann. Institut. Pasteur, Paris*, *93*, (1), 1-12.

Deschiens R., 1957. — *Id.* IV. Constantes physiologiques de la reproduction et particularités en fonction des espèces. Conclusions. *Ann. Institut. Pasteur, Paris*, *92*, (2), 153-167.

Deschiens R., Lamy L. et Lamy H., 1953. — Sur un Ostracode parasite de Bulins et de Planorbes. *Bull. Soc. Path. Exot.*, *46*, (6), 956-958.

Deschiens R., Lamy L. et Mauze J., 1953. — Répartition géographique et fréquence de la Bilharziose intestinale en Guadeloupe. *Bull. Soc. Path. Exot.*, *46*, (6), 901-916.

De Witt R. M., 1954. — Reproductive capacity in a pulmonate snail, *Physa gyrina* Say. *Amer. Natur.*, *88*, 159-164.

Dias E., 1953. — Novo possibilidade de combate los moluscos transmissores dos esquistossomoses. Minas Gerais. Bambiu Empressa Ed., 22 p.

Dias E., 1954. — Bacteriological warfare on the intermediate hosts of human schistosomoses. *Memor. Instit. Oswaldo Cruz*, *52*, 315-327.

Dias E., 1955. — Isolamento e seleção de microorganismos de planorbideos utilizáveis em ensaios de luta biologica contra êstes invertebrados. *O Hospital*, *47*, 111-116.

Dreyfuss R., 1953. — Les Planorbes de la Martinique. *Bull. Soc. Française Hist. Nat. Ant.*, *2*, 41-45.

Drouet H., 1859. — Essai sur les Mollusques terrestres et fluviatiles de la Guyane Française. *Mém. Soc. Acad. Aube*, *23*, 7-116.

Dubois G. et Nassi H., 1977. — Redescription d'*Apatemon* (*Apatemon*) *gracilliformis* Szidat 1928 (Trematoda Strigeidae) précédée d'une note préliminaire sur son cycle évolutif. *Ann. Parasitol. Hum. Compar.*, *52*, (5), 507-510.

Dunker W., 1886. — Die Familie der Limnaeiden enthaltend die Genera *Planorbis*, *Limnaeus*, *Physa* und *Amphipepla*. *System. Conchyl. Cabin.*, *I*, (17), 430 p.

Source : MNHN, Paris

EDGE V. E., 1974. — Cyclodienne BHC resistance in *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera, Curculionidae), in New South Wales (Australia), *Bull. Entomol. Resch., 64*, (1), 1-8.

EISENBERG R. M., 1970. — The role of food in the regulation of the pond snail *Lymnaea elodes*. *Ecology, 51*, 680-684.

ETGES F. J., 1963. — Laboratory studies on the effect of crowding upon fecundity in *Australorbis glabratus*. *Parasitol., 49*, (5, sect. 2), 24-25.

FERGUSON F. F., 1976. — The role of biological agents in the control of schistosome-bearing snails. *U.S. Depart. Health. Ed. Welf. Public. Health. Serv. Atlanta (Georgia)*, 30333, 107 p.

FERGUSON F. F. et RICHARDS C. S., 1963. — Freshwater mollusks of Puerto-Rico and the U.S. Virgin Islands. *Transac. Amer. Microsc. Soc., 82*, (4), 391-395.

FERGUSON F. F. et RUIZ-TIBEN E., 1971. — Review of biological control methods for schistosome-bearing snails. *Ethiopian Med. Jl., 9*, (2), 95-104.

FIGUEIRAS A., 1964. — La malacofauna dulceacuicola del Uruguay. Parte 1. *Comm. Soc. Malacol. Uruguay, 1*, (7), 161-202.

FIGUEIRAS A., 1965. — La malacofauna dulceacuicola del Uruguay. Correcciones y adiciones. *Comm. Soc. Malacol. Uruguay, 1*, (9), 289-299.

FLOCH H. A., 1969. — Campagne prophylactique contre la Bilharziose intestinale en Guadeloupe. Données et conditions de réalisation. *Archiv. Instit. Pasteur, Guadeloupe*, 86-91.

FLOCH H. A., 1971. — Note sur la nécessité d'entreprendre en Guadeloupe une lutte effective contre la Bilharziose intestinale à *Schistosoma mansoni*. *Bull. Soc. Path. Exot., 64*, 71-80.

FOURNET J., 1978. — Flore illustrée des Phanérogames de la Guadeloupe et de la Martinique. Public. Instit. Nas. Rech. Agronom. Paris, 1654 p.

FRANDSEN F. et CHRISTENSEN N. O., 1977. — Effect of *Helisoma duryi* on the survival growth and cercarial production of *Schistosoma mansoni* infected by *Biomphalaria glabrata*. *Bull. W.H.O., 55*, (5), 577-580.

GAZINELLI G., RAMALHO PINTO F. J., PELLEGRINO J. et GILBERT B., 1970. — Uptake of ^{59}Fe as a tool for study of the crowding effect in *Biomphalaria glabrata*. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 19*, 1034-1037.

GERMAIN L., 1921. — Catalogue of the Planorbidae in the Indian Museum of Natural History in Calcutta. *Rec. Indian Mus., 21*, (1), 47-48.

GOLVAN Y. J., COMBES Cl., BAYSSADE-DUFOUR Ch. et NASSI H., 1974. — Les cercaires de *Ribeiroia marini* (Faust et Hoffmann 1934), Trématode antagoniste de *Schistosoma mansoni* et provoquant la castration du Mollusque-hôte, vecteur de la Bilharziose humaine. *C. R. Acad. Sci. Paris, 279*, (sér. D), 405-408.

GOLVAN Y. J., COMBES Cl. et NASSI H., 1975. — Castration du Mollusque *Biomphalaria glabrata* par les larves de divers Trématodes guadeloupéens. *C. R. Acad. Sci. Paris, 280*, (sér. D), 1607-1610.

GOLVAN Y. J., HOUIN R., COMBES Cl., DENIAU M., LANCASTRE F., 1977. — Transmission naturelle de la Bilharziose à *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe (Antilles françaises). Note préliminaire. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 52*, 259-275.

GRABER M. et EUZEBY J. A., 1975. — Lutte biologique contre les Mollusques vecteurs des Trématodoses humaines et animales. Rôle prédateur possible d'*Hirudo medicinalis* (Gnathobdelliformes, Hirudidae) à l'égard de *Biomphalaria glabrata* Say. *Bull. Soc. Sci. Vétér. Méd. Compar. Lyon, 77*, (5), 325-328.

GRABER M. et EUZEBY J. A., 1975. — Lutte biologique contre les Mollusques vecteurs de Trématodoses humaines et animales. Étude de l'action compétitive de *Physa acuta* Draparnaud à l'égard de *Biomphalaria glabrata* Say. *Bull. Soc. Sci. Vétér. Méd. Compar. Lyon, 77*, (5), 321-324.

GRABER M. et EUZEBY J. A., 1976. — *Trichocephaloidis beauporti* n. sp., Cestode nouveau des Charadriiformes et de certains Passériformes de la Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 51*, (2), 189-198.

GRABER M. et EUZEBY J. A., 1976. — *Hymenolepis guadeloupensis* n. sp., Cestode nouveau du Canard domestique (*Anas boschas*). *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 51*, (2), 199-205.

GRÉTILLAT S., 1966. — Mission conjointe aux Antilles françaises (Guadeloupe, Martinique). Enquête parasitologique (Helminthologie vétérinaire). Rapport I.E.M.V.T./I.N.R.A., *2*, 104 p.

GRÉTILLAT S., 1967. — Prospection malacologique aux Antilles françaises. Observations sur l'écologie et l'élevage au laboratoire de *Lymnaea cubensis*. *Rev. Élev. Méd. Vétér. Pays Tropic., 2*, 279-289.

Source : MNHN, Paris

Guyaro A. et Pointier J.-P., 1979. — Faune malacologique dulçaquicole et vecteurs de la Schistosomose intestinale à la Martinique (Antilles françaises). *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 54*, (2), 193-205.

Haas F., 1939. — Zur Kenntniss der Binnen-Mollusken No-Brasiliens. *Senckenbergiana, 21*, (3/4), 254-278.

Harrison A. D. et Fabina T. D. W., 1965. — A naturally turbid water with deleterious effects on the egg capsules of Planorbid snails. *Ann. Trop. Med. Parasitol., 59*, (3), 327-330.

Harrison A. D., Nduku W. et Hooper A. S. C., 1966. — The effects of a high magnesium to calcium ratio on the egg-laying rate of an aquatic planorbid snail, *Biomphalaria pfeifferi*. *Ann. Trop. Med. Parasitol., 60*, 212-214.

Harry H. W., 1962. — A critical catalogue of the nominal genera and species of neo-tropical Planorbidae. *Malacologia, 1*, (1), 33-53.

Harry H. W. et Aldrich D. V., 1958. — The ecology of *Australorbis glabratus* in Puerto-Rico. *Bull. W.H.O., 18*, 819-832.

Harry H. W. et Cumbie B. G., 1956 *a*. — The relation of Physiography to the type of freshwater environments and the presence of *Australorbis glabratus* in Puerto Rico. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 5*, 742-756.

Harry H. W. et Cumbie B. G., 1956 *b*. — Stream gradient as a criterion of lotic habitats suitable for *Australorbis glabratus* in Puerto Rico. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 5*, 921-928.

Harry H. W., Crumbie B. G. et Martinez de Jesus J., 1957. — Studies on the quality of freshwaters of Puerto Rico relative to the occurrence of *Australorbis glabratus* (Say). *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 6*, 313-322.

Harry H. W. et Hubendick B., 1964. — The freshwater pulmonate Mollusca of Puerto Rico. *Med. Göteborgs Mus. Zoolog. Avd., 136*, 1-77.

Heard W. H., 1962. — The Sphaeriidae (Mollusca, Pelecypoda) of the North American Great Lakes. *Amer. Midland. Natur., 67*, (1), 194-198.

Heard W. H., 1963. — Survey of the Sphaeriidae (Mollusca, Pelecypoda) of the southern United States. *Proceed. Louisiana Acad. Sci., 26*, 102-120.

Heard W. H., 1965. — Recent *Eupera* in the United States. *Amer. Midland Natur., 74*, 309-317.

Herrington H. B., 1962. — A revision of the Sphaeriidae of North America (Mollusca, Pelecypoda). *Miscel. Publ. Mus. Zoolog. Univers. Michigan, 118*, 1-74.

Heyneman D. et Umathevy T., 1967. — A field experiment to test the possibility of using double infections of host snails as a possible biological control of Schistosomiasis. *Med. Jl. Malaya, 21*, 373.

Hira P. R. et Muller R., 1966. — Studies on the ecology of snails transmitting urinary Schistosomiasis in Western Nigeria. Ann. *Trop. Med. Parasitol., 60*, (2), 198-212.

Hogg J., 1854. — Observation on the development and growth of the water snail *Lymnaea stagnalis*. *Transac. Microscop. Soc. London, 2*, 91-103.

Hopkins A. L., 1973. — The Turtle *Malayemys subtryuga* as a poteotial agent in the control of Schistosomiasis vectors snails. *Transac. Roy. Soc. Trop. Med., 67*, (2), 309-310.

Houin R. et Golvan Y. J., 1975. — Field conditions of the transmission of *Schistosoma mansoni* in Guadeloupe (French West Indies). Internat. Conf. Schis. Cairo (Egypt), 35-36.

Houin R., Golvan Y. J., Combes Cl., Deniau M. et Periac P., 1973. — Mollusques vecteurs de la bilharziose en Guadeloupe. Approche physionomique des biotopes. (Étude préliminaire). *Haliotis, 3*, 73-79.

Hubendick B., 1964. — Studies on Ancylidae. The subgroups. *Med. Göteborgs. Mus. Zool. Avd., 137*, (ser. B), (band 9), (6), 72 p.

Hubendick B., 1967. — Studies on Ancylidae. The Australian, Pacific and Neotropical form-groups. *Acta. Reg. Soc. Soc. Litt. Goth. Zool., 1*, 1-52.

Hughes R. C., 1941. — A key of the species of tapeworms *Hymenalepis*. *Transac. Amer. Microscop. Soc., 41*, (40), 378-414.

Hughes R. N., 1970. — Population dynamics of the Bivalve *Scrobicularia plana* (Da Costa) on an intertidal mud flat in North Wales. *Jl. An. Ecol., 39*, 333-356.

Huizinga H. W., 1973. — *Ribeiroia marini* ; pathogenesis and larval Trematode antagonism in the snail *Biamphalaria glabrata*. *Experim. Parasitol., 33*, 350-364.

Source : MNHN, Paris

JOBIN W. R., 1970. — Population dynamics of aquatic snails in three farm ponds of Puerto Rico. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 19,* (6), 1038-1048.

JOBIN W. R. et BERRIOS-DURAN L. A., 1970. — Cost of harvesting and spreading *Marisa cornuarietis* from biological control of *Biomphalaria glabrata* in Aibonito, Puerto Rico. *Bull. W.H.O., 42,* 177-179.

JOBIN W. R., BROWN R. A., VELEZ S. P. et FERGUSON F. F., 1977. — Biological control of *Biomphalaria glabrata* in major reservoirs of Puerto-Rico. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 26,* (5), 1018-1024.

JOBIN W. R., FERGUSON F. F. et BERRIOS-DURAN L. A., 1973. — Effect of *Marisa cornuarietis* on populations of *Biomphalaria glabrata* in farm ponds of Puerto Rico. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 22,* (2), 278-284.

JOBIN W. R. et MICHELSON E. H., 1967. — Mathematical simulation of an aquatic snail population. *Bull. O.M.S., 37,* (4), 657-664.

JOOSSE J., 1964. — Dorsal bodies and dorsal neurosecretory cells of the cerebral ganglia of *Lymnaea stagnalis* L. *Archiv. Neerland. Zoolog., 15,* 1-103.

JORDAN P., 1972. — Epidemiology and control of Schistosomiasis (Ste-Lucia). *British Med. Bull., 28,* 55-59.

JOURDANE J., 1978. — Permissivité du rat (*Rattus rattus*) de Guadeloupe à l'égard de *Schistosoma mansoni* et mise en évidence d'une migration des Schistosomes adultes vers les poumons. *C. R. Acad. Sci. Paris, 286,* 1001-1004.

JOURDANE J. et IMBERT-ESTABLET D., 1980. — Étude expérimentale de la permissivité du rat sauvage (*Rattus rattus*) de Guadeloupe à l'égard de *Schistosoma mansoni*. Hypothèse sur le rôle de cet hôte dans la dynamique des foyers naturels. *Acta Tropica 37,* 41-51.

JOURDANE J. et THÉRON A., 1975. — Le cycle biologique de *Gorgoderina rochalimai* Pereira et Cucocla 1940, digène parasite de *Bufo marinus* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 50,* (4), 439-445.

KLEMM D. J., 1976. — Leeches (Annelida, Hirudinea) found in North American Mollusks. *Malacol. Rev., 9,* (1/2), 63-76.

KNOFF P. M., NUTMAN T. et REASONER J. A., 1977. — *Schistosoma mansoni*. Resistance to reinfection in the Rst. *Experiment. Parasitol., 41,* 74-82.

KUIPER J. G. J., 1962. — Systematisches Stellung und geographisches Verbreitung von *Pisidium tenuilineatum*. *Archiv. Moll., 91,* (4/6), 172-181.

KUYP E. van, 1949. — Planorbidae records on the Netherlands Antilles. *Amer. Jl. Trop. Med., 29,* 259-261.

KUYP E. van, 1951. — Notes on the Planorbidae in the Netherlands Antilles. *Doc. Neerl. Ind. Mor. Trop., 3,* 283-284.

LASSERRE G., 1961. — La Guadeloupe. Étude géographique. Thèse de Doctorat es Sciences Bordeaux. Union Fsnç. Impress. édit. 2 volumes, 259 p.

LÉVÊQUE G., 1971. — Équation de von BERTALANFFY et croissance des Mollusques benthiques du Lac Tchad. *Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., 5,* (3/4), 263-283.

LÉVÊQUE C., 1974. — Crevettes d'eau douce de la Guadeloupe. (Atyidae et Palaemonidae). *Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., 8,* (1), 41-49.

LÉVÊQUE C. et POINTIER J. P., 1976. — Study of the growth of *Biomphalaria glabrata* and other Planorbidae in Guadeloupe (West Indies). *Ann. Trop. Med. Parasitol., 70,* (2), 199-204.

LÉVÊQUE C., POINTIER J. P. et TOFFART J. L., 1978. — Influence de quelques facteurs du milieu sur la fécondité de *Biomphalaria glabrata* (Say 1818) (Mollusca Pulmonata) dans les conditions du laboratoire. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 53,* (4), 393-402.

LÉVY M. G., TUNIS M. et ISSEROFF H., 1973. — Population control in snails by natural inhibitors. *Nature, 241,* 65-66.

L'HERMIER DES PLANTES H., 1976. — Structuration des tableaux à trois indices de la Statistique. Thèse 3e cycle. Montpellier, 98 p.

L'HERMIER DES PLANTES H. et THIÉBAUT B., 1977. — Étude de la pluviosité au moyen de la méthode S.T.A.T.I.S. *Rev. Statis. Appliq., 25,* (2), 57-81.

LIE K. J., KWO E. H. et OWYANG C. K., 1970. — A field trial to test the possible control of *Schistosoma spindale* by means of interspecific trematode antagonism. *Sth. East Asian. Jl. Tropic. Med. Publ. Health, 1,* 19-28.

LIE K. J., KWO E. H. et OWYANG C. K., 1971. — Further trial to control *Schistosoma spindale* by Trematode antagonism. *Sth. East. Asian. Jl. Tropic. Med. Publ. Health, 2,* 237-243.

Source : MNHN, Paris

Lie K. J. et Owyang C. K., 1973. — A field trial to control *Trichobilharzia brevis* by dispersing eggs of *Echinostoma audyi*. *Sth. East. Asian. Jl. Tropic. Med. Publ. Health*, *4*, 208-217.

Lie K. J. Schneider C. R, Sornmani S, Lanza G. R. et Impand P., 1974a. — Biological control by Trematode antagonism. I. A successful trial to control *Schistosoma spindale* in northeast Thailand. *Sth. East. Asian. Jl. Tropic. Med. Publ. Health*, *5*, 46-59.

Lie K. J., Schneider C. R., Sornmani S., Lanza G. R. et Impand P., 1974. b — Biological control by Trematode antagonism. II. Failure to control *Schistosoma spindale* in a field trial in north-east Thailand. *Sth. East Asian. Trop. Med. Pub. Health*, *5*, 60-64.

Lim H. K. et Heyneman D., 1972. — Intramolluscan inter-Trematode antagonism : a review of factors influencing the host-parasite system and its possible role in biological control. Adv. Parasitol., 10, Ben Dawes edit. Acad. Press. London, 191-268.

Lo C. T., 1967. — The inhibitory action of Ostracods on snail culture. *Trans. Amer. Microscop. Soc.*, *86*, (4), 402-405.

Lucena D. T., 1956. — Resenha sistematica dos Planorbideos Brasileiros. Grafica. Ed. Recife, 104 p.

Luttermoser G. W., 1943. — A note on the life-cycle of *Australorbis glabratus* (Say 1818) Pilsbry 1934, a snail intermediate host of *Schistosoma mansoni*. *Parasitol.*, *29*, (3), 231.

Luttermoser G. W. et Castellanos J. V., 1945. — Observaciones sobre la propagacion y la destruccion del caracol *Australorbis glabratus* (Say 1818), vector de *Schistosoma mansoni* Bilhazia en el valle. D.F. *Revist. Sanit. As. Sco.*, *10*, 109-148.

Lutz A., 1923. — Notas sobre Dicranocercarias brazileiras. *Mem. Instit. Oswaldo Cruz*, *27*, 346-376.

McAnnally R. D. et Moore D. V., 1966. — Predation by the leech *Helobdella punctatolineata* upon *Australorbis glabratus* under laboratory conditions. *Jl. Parasitol.*, *52*, (1), 196-197.

McMullen D. B., 1938. — Notes on the morphology and life cycles of four North American cercariae. Liv. Jubil. Prof. Travassos. Rio de Janeiro, 299-306.

McMullen D. B., Komiyama S. et Endo-Itabashi A., 1951. — Observations on the habits, ecology and the life cycle of *Oncomelania nosophora*, the molluscan intermediate host of *Schistosoma japonicum*. *Amer. Jl. Hyg.*, *54*, (3), 402-415.

Magalhaes Neto B., 1953. — Ação da dessecação e do jejum sobre a respiração do *Australorbis glabratus*. *Publ. Ac. Inst. Agg. Mag.*, *2*, 5-10.

Magalhaes Neto B. et Goncalves de Moraes J., 1955. — Estudo da regulação osmotica em *Australorbis glabratus*. I. Aumento do teor do cloretos do sangue em função da salinidade do meio. *Public. Av. Instit. Agg. Mag.*, *4*, 117-124.

Maillard Y. P., 1971. — La malacophagie dans le genre *Hydrophilus* (Geoffroy) (Insecta, Coleoptère, Hydrophilidae) ; son intérêt dans le contrôle naturel des hôtes intermédiaires d'Helminthiases. *C. R. Acad. Sci. Paris*, *272*, (sér. D), 2235-2238.

Malek E. A., 1958. — Factors conditioning the habitats of Bilharziasis intermediate hosts of the family Planorbidae. *Bull. W.H.O.*, *18*, 785-818.

Malek E. A., 1962. — Laboratory guide and notes for medical malacology. Burgess Minneapolis, 154 p.

Malek E. A., 1965. — Freshwater and land snails of St. Lucia, West Indies. *Ann. Rep. Amer. Malac. Un. Inc.*, *38*.

Malek E. A., 1969. — Studies on *Tropicorbis* snails (*Biomphalaria*, Planorbidae) from the caribbean and gulf of Mexico areas including the Southern United States. *Malacolag.*, *7*, (2/3), 183-209.

Malek E. A., 1975. — *Biomphalaria havanensis* (Pfeiffer) from Grenada West Indies. *Nautilus*, (*USA*), *89*, 1, 17-20.

Malek E. A. et Malek R. R., 1978. — Potential biological control of schistosomiasis intermediate hosts by Helisome snails. *Nautilus*, *92*, (1), 15-18.

Mandahl-Barth G., 1959. — Les hôtes intermédiaires de *Schistosoma* ; *Biomphalaria* et *Bulinus* africains. Monographies de l'O.M.S., nº 37, 138 p.

Mann K. H., 1957. — A study of a population of the leech *Glossiphonia complanata* (L.). *Jl. An. Ecolog.*, *26*, 99-111.

Mann K. H., 1961. — On the bionomics and distribution of *Theromyzon tessulatum* (O. F. Müller 1774) (= *Protoclepsis tesselata*). *Ann. Mag. Nat. Hist.*, *4*, 956-961.

Source : MNHN, Paris

MANN K. H., 1962. — Leeches (Hirudinea). Their structure, physiology, ecology and embriology. Pergamon Press. New York, 201 p.

MAYR E., 1974. — Populations, espèces et évolution. Hermann édit. Paris, 496 p. (traduction de l'ouvrage paru en 1970).

MAZE H., 1874. — Catalogue des coquilles terrestres et fluviatiles recueillies à la Martinique en 1873. *Jl. Conchyliol.*, *22*, 158-173.

MAZE H., 1883. — Catalogue révisé des Mollusques terrestres et fluviatiles de la Guadeloupe et de ses dépendances. *Jl. Conchyliol.*, *31*, 5-54.

MAZE H., 1890. — Supplément au catalogue révisé des Mollusques terrestres et fluviatiles de la Guadeloupe et de ses dépendances. *Jl. Conchyliol.*, *38*, 19-34.

MICHELSON E. H., 1961. — The effects of temperature on the growth and reproduction of *Australorbis glabratus* in the laboratory. *Amer. Jl. Hyg.*, *73*, (1), 66-74.

MICHELSON E. H., 1976. — A potential intermediate host of *Schistosoma mansoni* from Haiti. *Jl. Parasitol.*, *62*, (4), 648-649.

MIRANDA PROES O. et FARIAS LIMA D., 1975. — Contribução do estudo da biogeografia, sistematica e ecologiados planorbideos (Gasteropoda, Planorbidae) do Rio Grande do Sul. *Inheringia Zool.*, *47*, 67-72.

MORICAND J., 1853. — Description d'une espèce du genre *Planorbis*. *Jl. Conchyliol.*, *4*, 37-38.

MORRETES F. L., 1949. — Ensaio de catalogo dos Moluscos dos Brazil. *Arg. Mus. Paras. Cur.*, *7*, (1), 5-216.

MOUGEOT G., Golvan Y. J., POIROT J. L., MARTEAU M. et DELATTRE P., 1978. — Enquête sero-immunologique par immunofluorescence de la Bilharziose murine en Guadeloupe. Intérêt épidémiologique, étude comparative dans différents biotopes. *Ann. Parasitol. Hum. Compar.*, *53*, 271-284.

NASSI H., 1975. — Recherches sur le cycle biologique d'un Trématode Clinostomatidae de Guadeloupe. Stérilisation du premier hôte intermédiaire, *Biomphalaria glabrata*. Proceed. Sec. Europ. Multicoll. Parasitol. Trogir, 119-129.

NASSI H., 1978. — Données sur le cycle biologique de *Ribeiroia marini guadeloupensis* n. ssp., Trématode stérilisant de *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe. *Acta Tropic.*, *35*, 41-56.

NASSI H., 1979. — Coïncidence entre le blocage précoce de la ponte de *Biomphalaria glabrata* (Gasteropoda, Pulmonata) et la localisation cérébrale de jeunes rédies mères de *Ribeiroia marini guadeloupensis* (Trematoda, Cathaemasiidae). *C. R. Acad. Sci. Paris*, *289*, (sér. D), 165-168.

NDUKU W. K. et HARRISON A. D., 1976. — Calcium as a limiting factor in the biology of *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss) (Gasteropoda Planorbidae). *Hydrobiol.*, *48*, (2), 143-170.

OLIVIER L., 1956. — Observations on vectors of *Schistosoma mansoni* kept out of water in the laboratory. 1. *Jl. Parasitol.*, *42*, 137-146.

OLIVIER L. et BARBOSA F. S., 1955. — Seasonal studies on *Australorbis glabratus* Say from two localities in Eastern Pernambuco, Brazil. *Public. Avuls. Instit. Magalhaes*, *4*, 79-103.

OLIVIER L. et BARBOSA F. S., 1956. — Observations on vectors of *Schistosoma mansoni* kept out of water in the laboratory. 2. *Jl. Parasitol.*, *42*, 277-286.

O.M.S., 1965. — Immunologie et maladies parasitaires. Rappt. Technique n° 315, Genève.

O.M.S., 1967. — Détermination de l'importance de la Bilharziose pour la Santé publique. Rappt. Technique n° 349, Genève.

O.M.S., 1967. — Épidémiologie et prophylaxie de la Schistosomose. Rappt. Technique n° 372, Genève.

ORBIGNY A. d', 1835. — Synopsis terrestrium et fluviatilium Molluscorum in suo per American meridionalem itinere. *Meg. Zoolo.*, *5*, (62), 23-32.

PAGNEY P., 1966. — Le climat des Antilles. Thèse Doctorat es Sciences, Paris, 2 vol.

PAIN T., 1950. — *Pomacea* (Ampullariidae) of British Guiana. *Proceed. Malac. Soc. London.*, *28*, (2/3), 63-74.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, 1968. — A guide for the identification of the snail intermediate hosts of Schistosomiasis in the Americas. Soc. Publ. 168, W.H.O., Washington (D.C.), 122 p.

PARAENSE W. L., 1961. — The nomenclature of brazilian planorbis. 1. *Australorbis glabratus* (Say 1818). *Rev. Brasil. Biol.*, *21*, (3), 287-296.

PARAENSE W. L., 1976. — *Helisoma trivolvis* and some of its synonyms in the neotropical region (Mollusca, Planorbidae). *Rev. Brasil. Biolag.*, *36*, (1), 187-204.

Source : MNHN, Paris

PARAENSE W. L. et CORREA L. R., 1963. — Variation in susceptibility of populations of *Australorbis glabratus* to a strain of *Schistosoma mansoni*. *Rev. Instit. Med. Trop. São Paulo, 5*, (1), 15-22.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1955. — Observation on the morphology of *Australorbis glabratus*. *Mem. Instit. Oswaldo Cruz, 53*, 87-103.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1956 *a*. — The brazilian species of *Drepanotrema*. 1. *D. anatinum* (d'Orbigny 1835). *Revist. Brazil. Biol., 16*, (4), 491-499.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1956 *b*. — The brazilian species of *Drepanotrema*. 2. *D. melleum* (Lutz 1918). *Revist. Brazil. Biol., 16*, (4), 527-534.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1957. — The brazilian species of *Drepanotrema*. 3. *D. depressissimum* (Moricand 1837). *Revis. Brazil. Biol., 17*, (3), 339-344.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1958 *a*. — The brazilian species of *Drepanotrema*. 4. *D. cimex* (Moricand 1837). *Rev. Brazil. Biol., 18*, (2), 187-192.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1958 *b*. — The brazilian species of *Drepanotrema*. 5. *D. nordestense* (Lucena 1953). *Revist. Brazil. Biol., 18*, (3), 275-281.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1958 *c*. — The brazilian species of *Drepanotrema*. 6. *D. kermatoides* (d'Orbigny 1835). *Revist. Brazil. Biol., 18*, (3), 293-299.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1958 *d*. — *Drepanotrema paropseides* (Planorbidae). *Nautilus, 72*, (2), 37-41.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1959. — The renal ridge as a reliable character for separating *Taphius glabratus* from *T. tenagophilus*. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 8*, 556-572.

PARAENSE W. L. et DESLANDES N., 1960. — *Drepanotrema surinamense* with an addendum on *D. petricola* (Planorbidae). *Rev. Brazil. Biol., 20*, (3), 257-263.

PARAENSE W. L., FACHAN P. et COLMES E., 1964. — Observations sur la morphologie, la répartition géographique et les gîtes d'*Australorbis schrammi*. *Bull. Soc. Path. Exot., 57*, (6), 1236-1254.

PAULINI E., 1963. — Field observations on the upstream migrations of *Australorbis glabratus*. *Bull. W.H.O., 29*, 838-841.

PAULINI H. M. et PAULINI E., 1972. — Laboratory observations on the biological control of *Biomphalaria glabrata* by a species of *Pounacea* (Ampullariidae). *Bull. W.H.O., 46*, (2), 243-247.

PAWLOWSKI L. K., 1955. — Observations biologiques diverses sur les saugsues. *Bull. Soc. Sci. Let. Lodz., 3*, (6), 1-21.

PEREZ M. D., HYAKUTAKE S., AREAS J. A. et FILHO F. F., 1975. — Levantamentos parasitologicos, visando em particular a esquistossomose mansonica, realizados no municipio de Jacupiranga (Vale do Ribeira, estado de São Paulo). Contribuição ao levantamento da carta planorbidica do estado de São Paula. VII. *Rev. Farm. Bioquim. Univers. São Paulo, 13*, (2), 401-415.

PEREZ VIGUERAS I., 1935. — Notas sobre la fauna parasitologica de Cuba. Parte I. Vermes. *Mem. Soci. Cuban. Hist. Nutur. « Felipey Poey »*, *9*, 45-49.

PEREZ VIGUERAS I., 1935. — Notas sobre la fauna parasitologica de Cuba. Parte I. Vermes (continuacion). *Mem. Soci. Cuban. Hist. Natur. « Felipey Poey »*, *9*. 59-66.

PEREZ VIGUERAS I., 1936. — Natas sobre la fauna parasitologica de Cuba. Parte I. Vermes (continuacion). *Mem. Soci. Cuban. Hist. Natur. « Felipey Poey »*, *10*, 53-86.

PETITJEAN M., 1966. — Le contrôle des Mollusques nuisibles. Revue des résultats essentiels d'après les principaux travaux récents. *Ann. Biolog., 5*, (50), 271-295.

PILSBRY H. A., 1934. — Review of the Planorbidae of Florida with notes on other members of the family. *Proceed. Acad. Natur. Sci. Philadelphia, 86*, 29-66.

PIMENTEL D. et WHITE P. C., 1959. — Biological environment and habits of *Australorbis glabratus*. *Ecology, 40*, 541-550.

PIMENTEL D., WHITE P. C. et ILDEFONSO V., 1957. — Vagility of *Australorbis glabratus*, the snail intermediate host of *Schistosoma mansoni* in Puerto Rico. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 6*, 576-580.

PINCHON R., 1963. — Faune des Antilles françaises. Les oiseaux. Fort de France édit.

PINTO D. B. et DESLANDES N., 1953. — Contribuçao no estuda sa sistematica de planorbideos brasileiros. *Rev. Serv. Esp. Saude, Publ., 6*, (1), 135-167.

Source : MNHN, Paris

Pointier J. P., 1974. — Faune malacologique dulçaquicole de l'île de la Guadeloupe (Antilles françaises). *Bull. Mus. Nat. Hist. Natur. Paris*, sér. 3, N° 235, *Zoolog. 159*, 905-934.

Pointier J. P., 1975. — Sur la présence de *Biomphalaria glabrata* (Say 1818) et de *Physa cubensis* (Pfeiffer 1839) dans l'île de Montserrat (Petites Antilles). *Nouv. Agroc. Antilles/Guyane, 1*, (3), 242-245.

Pointier J. P., 1979. — Mollusque vecteur et schistosomose intestinale en Guadeloupe. Thèse Doct. Sci. Univ. Perpignan, juin 1979, 168 p.

Pointier J. P., 1976. — Sur la présence de *Potamopyrgus coronatus* (Pfeiffer 1840) dans l'île de Saint-Barthélémy (Antilles françaises). *Nouv. Agr. Antilles/Guyane, 2*, (2), 150-154.

Pointier J. P., 1976. — Répartition locale et biogéographie des Mollusques dulçaquicoles de la Guadeloupe (Antilles françaises). *Malacol. Rev., 9*, 85-103.

Pointier J. P. et Combes Cl., 1976. — La saison sèche en Guadeloupe et ses conséquences sur la démographie des Mollusques dans les biotopes à *Biomphalaria glabrata* (Say 1818), vecteur de la Bilharziose intestinale. *Terre et Vie, 30*, 121-147.

Pointier J. P. et Théron A., 1979. — La schistosomose intestinale dans les forêts marécageuses à *Pterocarpus* de Guadeloupe (Antilles françaises). Écologie du Mollusque vecteur *Biomphalaria glabrata* et de son parasite *Schistosoma mansoni*. *Ann. Parasitol. Hum. Compar., 54*, (1), 43-56.

Radke H. G. et Ritchie L. S., 1961. — Field observations on the migration of marked *Australorbis glabratus* snails. *Jl. Parasitol., 47*, 712.

Radke H. G., Ritchie L. S. et Rowan W. B., 1961. — Effects of water velocities on worm burdens of animals exposed to *Schistosoma mansoni* cercariae released under laboratory and field conditions. *Experim. Parasitol., 11*, 323-331.

Recluz C. A., 1850. — Notice sur le genre *Nerita* et sur le S. G. *Neritina*, avec le catalogue synonymique des Néritines. *Jl. Conchyliol., 1*, 131-164.

Richards C. S., 1963 *a*. — Infectivity of *Schistosoma mansoni* for Puerto-Rico mollusks including a new potential intermediate host. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 12*, 26-33.

Richards C. S., 1963 *b*. — Apertural lamellae, epiphragms and aestivation of planorbids Mollusks. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 12*, 254-263.

Richards C. S., 1964. — Studies on Puerto-Rico Physidae. *Publ. Health. Rep., 79*, (2), 1025-1029.

Richards C. S., 1967. — Estivation of *Biomphalaria glabrata* (Basomatophora, Planorbidae). Associated characteristics and relation to infection with *Schistosoma mansoni*. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 16*, 797-802.

Richards C. S., 1968. — Aestivation of *Biomphalaria glabrata* (Basomatophora, Planorbidae). Genetics studies. *Malacol.*, 109-116.

Richards C. S. et Ferguson F. F., 1965. — Variability in *Australorbis glabratus* (Say). *Transac. Amer. Microsc. Soc., 84*, (4), 580-587.

Rioux J. A., Décamps H., Lanotte G., Combes Cl., Théron A., Pointier J. P., Seytor S., Delattre P. et Bougerol Ch., 1977. — Écologie de la Schistosomose en Guadeloupe. Analyse du système épidémiologique. Documents pour un essai de modélisation. *Rev. Épidém. Santé Publ., 25*, 483-519.

Ritchie L. S., Berrios-Duran L., Deweese R. et Rosa-Amador R., 1961. — Biological potentials of *Australorbis glabratus* (Puerto Rico) growth rate, age at onset of egg-laying, egg production and life span. *Parasitol., 47*, (4 sect. 2), 59-60.

Ritchie L. S., Berrios-Duran L. et Deweese R., 1963 *a*. — Biological potentials of *Australorbis glabratus* : growth and maturation. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 12*, 264-268.

Ritchie L. S., Berrios-Duran L. et Deweese R., 1963 *b*. — Biological potential of *Australorbis glabratus* : life span and reproduction. *Amer. Jl. Trop. Med. Hyg., 15*, 614-617.

Ritchie L. S., Radke H. G. et Ferguson F. F., 1962. — Population dynamics of *Australorbis glabratus* in Puerto-Rico. *Bull. W.H.O., 34*, 171-181.

Rowan W. B., 1957. — A simple device for determining population density of *Schistosoma mansoni* cercariae in infected waters. *Parasitol., 43*, 696-697.

Rowan W. B., 1958. — Mass cultivation of *Australorbis glabratus* intermediate host of *Schistosoma mansoni* in Puerto-Rico. *Jl. Parasitol., 44*, 247.

Source : MNHN, Paris

ROWAN W. B., 1959. — Seasonal effect of heavy rains on the population density of *Australorbis glabratus* in a puerto rican watershed. *Amer. Jl. Trop. Med., 8*, 570-574.

RUIZ TIBEN E., PALMER J. P. et FERGUSON F. F., 1969. — Biological control of *Biomphalaria glabrata* by *Marisa cornuarietis* in irrigation ponds of Puerto Rico. *Bull. W.H.O., 41*, 329-333.

RYSAVY B., BARUS V., MORAVEC F. et YOUSIF F., 1974. — Some helminths of *Bulinus truncatus* and *Biomphalaria alexandrina* from the irrigation system near Cairo. *Folia Parasitol., 21*, 97-105.

SANDT D. G., 1973. — Direct filtration for recovery of *Schistosoma mansoni* cercariae in the field. *Bull. W.H.O., 48*, 27-34.

SANDT D. G., BRUCE J. I., RADKE M. G., 1963. — A sail colony facility for the mass production of *Schistosoma mansoni* cercariae. *Parasitol., 49*, (5), 24.

SANDT D. G., BRUCE J. I. et RADKE M. G., 1965. — A sail colony facility for the mass production of *Schistosoma mansoni* cercariae. *Parasitol., 51*, (6), 1012-1013.

SAUDERS P. T., 1914. — Notes on some parasites of livestock in the West Indies. *West Indies Bull., 14*, (2), 132-138.

SAY T., 1818. — Account of two new genera and several species of freshwater and land shells. *Jl. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 1*, (1/2), 276-284.

SCHRAMM M. A., 1869. — Catalogue des coquilles et des Crustacés de la Guadeloupe envoyés à l'exposition universelle de 1867 par l'administration de la colonie. Coll. Caillet et Desbonnes. Imprim. Gouvern. Basse-Terre, 27 p.

SCORZA J. V., SILVA J., GONZALEZ L. et MACHADO R., 1964. — Stream velocity as a gradient in *Australorbis glabratus* (Say, 1818). *Z. Trop. Med. Parasit. 12*, 191-196.

SHANAHAN G. J. et GOODYER G. J., 1974. — Dieldrin resistance in *Cosmopolites sordidus* in New South Wales (Australia). *Jl. Econom. Entomol., 67*, (3), 446-447.

SHEPPARD P. M., 1952. — Natural selection in two colonies of the polymorphic land snail *Ceapaea nemoralis*. *Heredity, 6*, 233-238.

SHIFF C. J. et HUSTING E. L., 1966. — An application of the concept of intrinsic rate of natural increase to studies on the ecology of freshwater snails of the genera *Biomphalaria* and *Bulinus* (*Physopsis*). *Proceed. Transac. Rhodes. Soc. Ass., 51*, 2-8.

SHIFF C. J. et GARNETT B., 1967. — The influence of temperature on the intrinsic rate of natural increase of the freshwater snail *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss) (Pulmonata, Planorbidae). *Archiv. Hydrobiol., 62*, 429-438.

SMITH M. A. et GLEGG J. A., 1979. — Different levels of immunity to *Schistosoma mansoni* in the mouse : the role of variant cercariae. *Parasitology, 78*, (3), 311-321.

SMITHERS S. R. et TERRY J., 1965. — The infection in laboratory host with cercariae of *Schistosoma mansoni* and the recovery of the adult worms. *Parasitol., 55*, 695-700.

SOHN I. G. et KORNICKER L. S., 1972. — Predation of schistosomiasis vector snails by ostracoda (Crustacea). *Science 175*, 1258-1259.

SOHN I. G. et KORNICKER L. S., 1975. — Variation in predation behavior of ostracode species of schistosomiasis vector snails. *Symp. Univ. Delaw. 1972 Pal. Res. Inst. Ithaca, New York. 1975*, 217-223.

SOTOMAYOR B. B., 1972. — Resistance of *Cosmopolites sordidus* to organic chloride compounds in Equador. *Rev. Peru. Entomol., 15*, (1), 169-175.

SOWERBY G. B., 1822. — The genera of recent and fossil shells. London, 42 p.

SOWERBY G. B., 1878. — Monograph of the genus *Planorbis*. Conchyliol. Icon. London, 30 p.

SOWERBY G. B., 1909. — The family Ampullariidae. Certain types of Ampullaria in the Paris and Geneva Museum. *Proceed. Malacol. Soc. London, 8*, (6), 345-364.

STANDEN O. D., 1949. — Experimental schistosomiasis. I. The culture of snail vectors *Planorbis boissyi* and *Bulinus truncatus*. *Ann. Trop. Med. Parasitol., 43*, (1), 13-22.

STANDEN O. D., 1951. — Some observations upon the maintenance of *Australorbis glabratus* in the laboratory. *Ann. Trop. Med. Parasitol., 45*, (1), 80-83.

STROBEL P., 1874. — Materiali per una malacosistematica di terra e di acqua dolce dell'Argentinia meridionale. Bibliotiot. Malacolog. Gentiluomo Ed., 8, 79 p.

Source : MNHN, Paris

STURROCK R. F., 1966. — The influence of temperature on the biology of *Bioniphalaria pfeifferi* (Krauss), an intermediate host of *Schistosoma mansoni*. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, *60*, (1), 100-105.

STURROCK R. F., 1970. — An investigation of some factors influencing the survival of St. Lucian *Biomphalaria glabrata* deprived of water. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, *64*, 365-374.

STURROCK R. F., 1973 *a*. — Field studies on the population dynamics of *Biomphalaria glabrata*, intermediate host of *Schistosoma mansoni* on the west indian island of St Lucia. *Intermit. Jl. Parasitol.*, *3*, 165-174.

STURROCK R. F., 1973 *b*. — Field studies on the transmission of *Schistosoma mansoni* and the bionomics of its intermediate host *Biomphalaria glabrata* on St. Lucia, West Indies.

STURROCK R. F. et STURROCK B. M., 1970. — Observations on some factors affecting the growth rate and fecundity of *Biomphalaria glabrata* Say. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, *64*, (3), 349-355.

STURROCK R. M. et STURROCK R. F., 1970. — Laboratory studies of the host-parasite relationship of *Schistosoma mansoni* and *Biomphalaria glabrata* from St. Lucia, West Indies. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, *64*, 357-363.

STURROCK R. F. et STURROCK B. M., 1972. — The influence of temperature on the biology of *Biomphalaria glabrata* Say, intermediate host of *Schistosoma mansoni* on St. Lucia, West Indies. *Ann. Trop. Med., Parasitol.*, *66*, (3), 385-390.

THÉRON A., POINTIER J. P. et COMBES Cl., 1977. — Recherches sur les facteurs responsables des densités des cercaires de *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Compar.*, *52*, 421-433.

THÉRON A., POINTIER J. P. et COMBES Cl., 1978. — Approche écologique de la responsabilité de l'homme et du rat dans le fonctionnement d'un site de transmission à *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Compar.*, *53*, (2), 223-234.

THOMAS J. P., 1973. — Schistosomiasis and the control of molluscan hosts of human schistusomiasis with particular reference to possible self-regulatory mechanisms. Adv. Parasitol., vol. n° 11, Ben Dawes edit. Academ. Press. London, 307-394.

THOMAS J. D. et BENJAMIN M., 1974 *a*. — The effects of population density on growth and reproduction of *Biomphalaria glabrata* (Say) (Gastropoda, Pulmonata). *J. Anim. Ecol.*, *43*, 31-50.

THOMAS J. D. et BENJAMIN M., 1974 *b*. — Efferts of numbers, biomass and conditioning time on the growth and natality rates of *Biomphalaria glabrata* (Say), the snail host of *Schistosoma mansoni* Sambon. *J. Appl. Ecol.*, *11*, 823-840.

THOMAS J. D., BENJAMIN M., LOFER A. et ARAM R. H., 1974. — The effects of rubinun in the external environment of the growth and natality rates of *Biomphalaria glabrata* (Say). *J. Anim. Ecol.*, *43*, 839-860.

THOMAS J. D., GOLDSWORTHY G. J. et BENJAMIN M., 1974. — Chemical conditioning of the environment by the freshwater pulmonate snails (*Biomphalaria glabrata*) and its effect on growth and natality rates. *J. Zool. Lond.*, *172*, 443-467.

THOMAS J. D., GOLDSWORTHY G. J. et ARAM R. H., 1975. — Studies on the chemical ecology of snails : the effects of chemical conditioning by adult snails on the growth of juvenile snails. *J. Anim. Ecol.*, *44*, 1-27.

THOMAS J. D. et LEIGH A., 1974. — The effects of external calcium concentration on the rate of uptake of this ion by *Biomphalaria glabrata* (Say). *J. Anim. Ecol.*, *43*, 861-871.

TOLEDO J. V., MONTEIRO DA SILVA C. S., BUENOFES M. S., PAES LEME L. A., NITO DA SILVA J. A. et GILBERTI B., 1976. — Snail control in urban sites in Brazil with slow release hexabutyldistannoxane and pentachlorophenol. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, *54*, 421-425.

UPATHAM E. S., 1972. — Effects of some physico-chemical factors on the infectivity of *Biomphalaria glabrata* (Say) by miracidia of *Schistosoma mansoni* Sambon in St. Lucia, West Indies. *Jl. Helminthol.*, *46*, 307-315.

VERDCOURT B., 1971. — Physa in east Africa. *J. Conchol.*, *26*, (6), 417.

VERNHOUT J. H., 1914. — The land and freshwater Mollusca of the Dutch West Indian Islands. *Leyden Mus.*, *36*, 117-189.

WAGNER J. A., 1827. — Testacea fluviatilia quae in itinere per Brasiliam annis 1817-1820, jussu et auspiciis Maximiliani Josephi I. Bavariae regis Augustissimi. Suscepto collegit et pingenda curavit Dr J. B. de Spix. F. P. de Schrank et C. F. P. de Martius. Eds. C. Wolf, Munnchii, 36 p.

WALFORD L. A., 1946. — A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, *90*. 141-147.

Source : MNHN, Paris

WEBBE G., 1960. — Observations on the seasonal fluctuations of snail population densities in the northern province of Tanganyika. *Ann. Trop. Med. Parasit., 54*, 54-59.

WEBBE G., 1966. — The effect of water velocities on the infection of animals exposed to *Schistosoma mansoni* cercariae. *Ann. Trop. Med. Parasit., 60*, 78-84.

WILLIAMS N. V., 1970. — Studies on aquatic pulmonate snails in Central Africa 1. — Field distribution in relation to water chemistry. *Malacologia, 10*, 153-164.

WRIGHT C. A., 1956. — A note on the ecology of some molluscan intermediate hosts of african schistosomiasis. *Ann. Trop. Med. Parasit., 50*, 346-349.

WRIGHT C. A., 1960. — The crowding phenomenon in laboratory colonies of freshwater snails. *Ann. Trop. Med. Parasit., 54*, 224-232.

WRIGHT C. A., 1960. — Some views on biological control of Trematode diseases. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 62*, (3), 320-329.

Distribué le 17 juillet 1981.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

PLANCHES

Source : MNHN, Paris

PLANCHE I. — Faune malacologique dulçaquicole de la Guadeloupe.

1. — *Potamopyrgus parvulus* (4 à 5 mm).
2-3. — *Neritina succinea* (4 mm).
4-5. — *Neritina punctulata* (24,5 mm).
6-7. — *Neritina virginea* (22 mm).
8. — *Ampullaria glauca* (42 mm).
9-10-11. — *Biomphalaria glabrata* (28 mm).

Source : MNHN, Paris

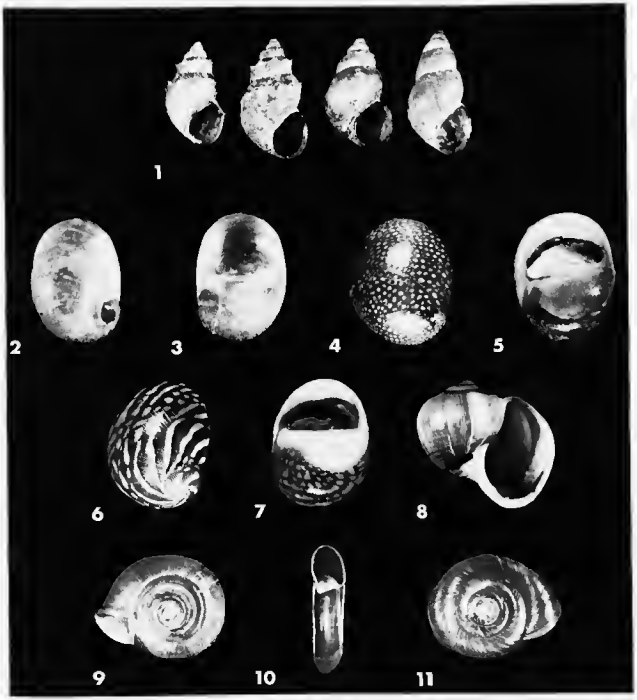

PLANCHE I

BIBLIOTHÈQUE CENTRALE MUSÉUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Planche 2. Faune malacologique dulçaquicole de la Guadeloupe.

12-13-14. *Biomphalaria schrammi* (7 mm).
15-16-17. *Drepanotrema kermatoides* (9,5 mm).
18-19-20. *Drepanotrema cimex* (8,5 mm).
21-22-23. *Drepanotrema lucidum* (7 mm).

Source : MNHN, Paris

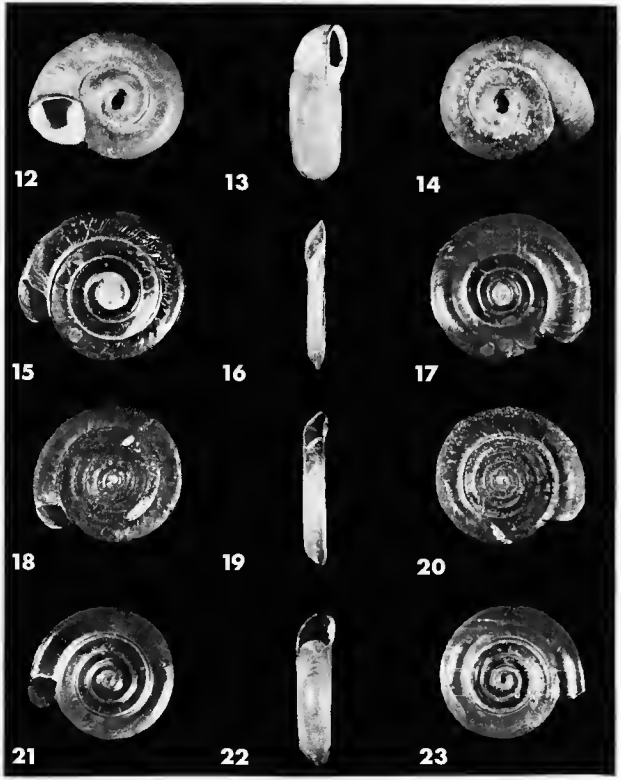

PLANCHE II

SIRLOT
MUSEUM
PARIS

Source : MNHN, Paris

Planche 3. — Faune malacologique dulçaquicole de la Guadeloupe

24-25-26. — *Drepanotrema aeruginosum* (4,8 mm).
27-28-29. — *Drepanotrema anatinum* (3,5 mm).
30. — *Physa cubensis* (11 mm).
31. — *Physa marmorata* (10 mm).
32. — *Pleisiophysa granulata* (5,8 mm).
33. — *Lymnaea cubensis* (8 mm).
34. — *Gundlachia radiata* (7,6 mm).
35. — *Eupera viridans* (6,4 mm).
36. — *Pisidium punctiferum* (2 mm).
37. — *Congeria leucophaeata* (7,5 mm).

Source : MNHN, Paris

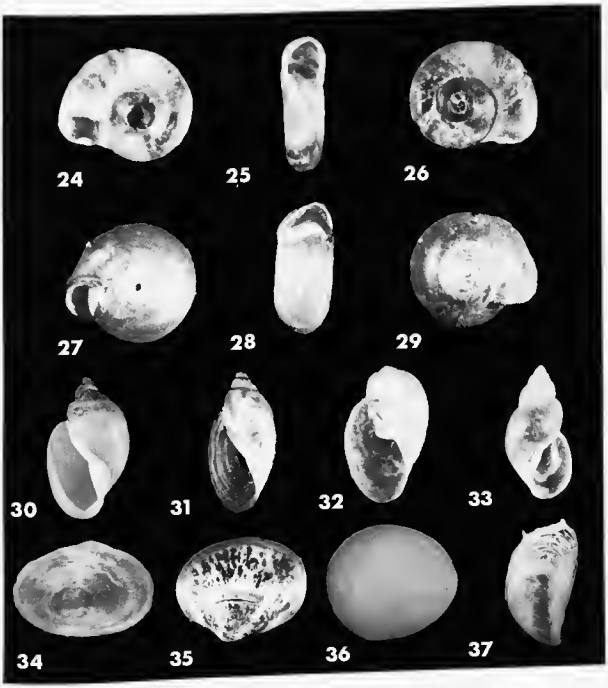

PLANCHE III

BIBLIOTHÈQUE

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

IMPRIMERIE NATIONALE

0 564 015 T 85

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

5 DEC. 1981

PUBLICATIONS DES LABORATOIRES DU MUSÉUM

En vente à l'adresse de chaque laboratoire

Adansonia. Laboratoire de Phanérogamie, 16, rue de Buffon, 75005 Paris.
Alexanor. Laboratoire d'Entomologie générale et appliquée, 45, rue de Buffon, 75005 Paris.
Annales de Paléontologie (Vertébrés et Invertébrés). Laboratoire de Paléontologie, 8, rue de Buffon, 75005 Paris.
Annales de la Société Entomologique de France. Laboratoire d'Entomologie générale et appliquée.
Annuaire des Arachnologistes mondiaux. Laboratoire de Zoologie (Arthropodes), 61, rue de Buffon, 75005 Paris.
Annuaire des Myriapodologistes mondiaux. Laboratoire de Zoologie (Arthropodes).
Bulletin du Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux. C.R.B.P.O., 55, rue de Buffon, 75005 Paris.
Bulletin d'Écologie. Laboratoire d'Écologie générale, 4, avenue du Petit Château, 91800 Brunoy.
Bulletin de Liaison des Musées d'Histoire naturelle. Inspection générale des Musées d'Histoire naturelle de Province, Service national de Muséologie, 57, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05.
Bulletin de la Société Entomologique de France. Laboratoire d'Entomologie générale et appliquée.
Bulletin de la Société d'Ethnozoologie et d'Ethnobotanique. Laboratoire d'Ethnobotanique et d'Ethnozoologie, 43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05.
Cahiers des Naturalistes. Laboratoire de Zoologie (Vers), 43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05.
Cahiers de Paléontologie. Laboratoire de Paléontologie.
Cybium. Laboratoire d'Ichtyologie générale et appliquée, 43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05.
Entomologiste (L'). Laboratoire d'Entomologie générale et appliquée.
Faune de l'Europe et du Bassin méditerranéen. Laboratoire d'Entomologie générale et appliquée.
Faune de Madagascar. Laboratoire d'Entomologie générale et appliquée.
Flore du Cambodge, du Laos et du Viet-Nam. Laboratoire de Phanérogamie.
Flore du Cameroun. Laboratoire de Phanérogamie.
Flore du Gabon. Laboratoire de Phanérogamie.
Flore de Madagascar et des Comores. Laboratoire de Phanérogamie.
Flore de la Nouvelle Calédonie et Dépendances. Laboratoire de Phanérogamie.
Index Seminum. Service des Cultures, 43, rue de Buffon, 75005 Paris.
Journal d'Agriculture traditionnelle et de Botanique appliquée. Laboratoire d'Ethnobotanique et d'Ethnozoologie.
Mammalia. Laboratoire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux), 55, rue de Buffon, 75005 Paris.
Objets et Mondes. Laboratoire d'Ethnologie. Musée de l'Homme, Palais de Chaillot, place du Trocadéro, 75116 Paris.
Revue Algologique. Laboratoire de Cryptogamie, 12, rue de Buffon, 75005 Paris.
Revue Bryologique et Lichénologique. Laboratoire de Cryptogamie.
Revue d'Écologie et Biologie du Sol. Laboratoire d'Écologie générale.
Revue française d'Entomologie. Laboratoire d'Entomologie générale et appliquée.
Revue internationale Acarologia. Laboratoire de Zoologie (Arthropodes).
Revue de Mycologie. Laboratoire de Cryptogamie.

Source : MNHN, Paris